



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa**

**Preferência alimentar da mosca-tigre
(*Coenosia attenuata* Stein): estudos de caso**

André Filipe Fidalgo Casquilho Garcia

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador: Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira

Co-orientador: Doutora Célia Isabel Meirinho Mateus

Júri:

Presidente: Doutora Maria José Antão Pais de Almeida Cerejeira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Teresa Ferreira Ramos Nabais de Oliveira Rebelo, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;

Doutor José Carlos Franco Santos Silva, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Elisabete Tavares Lacerda de Figueiredo Oliveira, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Célia Isabel Meirinho Mateus, Investigadora Auxiliar Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.

Lisboa, 2011

Agradecimentos

Esta dissertação resulta no culminar de muitos anos de trabalho. E não poderia ter sido concretizada sem o apoio de muitas pessoas. Estas foram indispensáveis à sua realização, devido às suas críticas e sugestões. Deste modo, gostaria, portanto de expressar todo o meu agradecimento para com:

a minha família, em especial aos meus pais e irmã por todo amor, carinho e apoio que me deram ao longo destes anos e que permitiram que eu chegasse até aqui;

à minha caríssima colega Catarina Reis por me ter apoiado e ajudado a levantar a moral ao longo destes últimos cinco anos, quando mais precisava;

a todos os meus colegas e amigos em especial à Ana Costa e ao Tiago Matos por toda a ajuda que me deram;

ao Professor Dr. José Carlos Franco, ao Professor Dr. António Mexia, à Dr^a Elsa Borges e Eng^a Vera Zina pelo apoio, sugestões e disponibilidade com que sempre se prontificaram a ajudar-me;

a todos os membros da equipa do projecto “Flypred”;

ao Professor Dr. António Monteiro e Eng^o. José Jordão por disponibilizarem as suas estufas e ao Eng^o. André pela ajuda na captura dos insectos;

aos agricultores Sr. José Firmino, Sr. Luis Canuto e à empresa Horticilha por disponibilizarem as suas estufas para capturar insectos;

Por fim, e sabendo que os últimos são sempre os primeiros, quero agradecer em especial:

à Professora Doutora Elisabete Figueiredo pela oportunidade de poder participar neste grande projecto, sobre a *Coenosia*, e à Doutora Célia Mateus, por me ter aturado durante estes longos meses de trabalho. A ambas agradeço todo o apoio, orientação, sugestões e críticas, mas em particular por toda a atenção disponibilizada, quando mais precisei;

à minha colega Raquel Nunes, pelo bom ambiente, confiança, apoio e motivação ao longo destes meses de trabalho árduo.

A todos o meu muito obrigado!

Abraços e até sempre!

“Lamentar o passado
ter esperança no futuro e nunca estar satisfeito com o presente,
é isto que tenho passado a minha vida a fazer”

Piotr Ilitch Tchaikovsky

Resumo

O trabalho desenvolvido nesta dissertação teve como objectivo, comprovar a existência ou não de preferência alimentar de *Coenosia attenuata* Stein (comummente designada por mosca-tigre), sobre algumas espécies reconhecidas como suas presas, frequentes nos ecossistemas agrários em Portugal, entre as quais duas pragas, mosca branca e larva mineira, e uma espécie comercializada e largada como auxiliar, em estufas, *Diglyphus isaea* (Walker), e *Drosophila (Soophophora) melanogaster* Meigen. Esta avaliação foi realizada com fêmeas de mosca-tigre, através de dois tipos de ensaios: (i) ensaios com duração de 24 horas, no final dos quais se avaliou o número e proporção de indivíduos predados, indivíduos mortos por causas desconhecidas e indivíduos vivos (sobreviventes); (ii) ensaios de primeira captura, onde se registou, entre dois insectos disponíveis, qual era predado em primeiro lugar. Os resultados obtidos apontam para uma preferência alimentar da mosca-tigre sobre mosca branca e larva mineira relativamente a diglifo. Quando analisadas as combinações entre larvas mineiras e moscas brancas e drosófilas e moscas brancas verificaram-se diferenças de predação, face a mosca branca entre larvas mineiras e drosófilas, sendo as moscas brancas menos predadas na presença de larvas mineiras.

Palavras-chave: *Coenosia attenuata*; mosca-tigre; predação; larvas mineiras; moscas brancas; *Diglyphus isaea*.

Abstract

The aim of this study was to evaluate prey preferences of *Coenosia attenuata* Stein (commonly known as tiger-fly), amongst species, pests or beneficials, common in Portuguese agricultural ecosystems, namely in protected crops, whiteflies, leafminers, and *Diglyphus isaea* (Walker), and *Drosophila (Sophophora) melanogaster* Meigen. This goal was achieved in two different assays evaluating in both cases a pair of prey species at each time: (i) 24 hours tests at the end of which the number and proportion of preyed individuals, dead of unknown causes individuals and alive individuals were assessed; (ii) first capture tests in which the insect preyed at the first place, between two available preys, was registered. Food preference behavior was detected in both assays being whiteflies and leafminers preferred to the diglyphus. When analyzing the combination leafminers *versus* whiteflies and drosophila *versus* whiteflies, differences in predation were registered between leafminers and drosophila, against whitefly being the whiteflies less predated in the presence of leafminers.

Keywords: *Coenosia attenuata*; tiger-fly; predation; leafminers; whiteflies; *Diglyphus isaea*.

Extended abstract

Plant protection products are being less used due to consumers' concerns and to the need to reduce production costs. To promote the natural control of the pests lead to this reduce pesticide use and production costs.

Coenosia attenuata Stein (Diptera: Muscidae) (commonly known as tiger-fly) was recently discovered in the Oeste region of Portugal. It is capable to prey adults of many insect species, some of them are considered key pests in vegetable crops, such as whiteflies and leafminers. This dipteran, in addition to its predatory activity, also presents a peculiar characteristic associated to the capture method – the ambush.

The aim of this work was to verify if there are food preferences in the predatory behavior upon some of the best known preys (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)), but also on a beneficial insect (*Diglyphus isaea* (Walker)) – a hymenopteran native species which is one of the most often species found in the leafminers' parasitoid complex in the Oeste region. The whiteflies and leafminers used in the assays, were mostly captured in the field, since laboratory rearing wasn't sufficient to fulfill the needs for all the two assays' repetitions. The parasitoid, diglyphus, was acquired to commercial companies who sell beneficials for biological control.

Two types of assays were conducted, using tiger-fly females: (I) the 24 hour tests, to evaluate the number of preys captured and the proportion of alive, dead by unknown causes and preyed insects at the end of each repetition, (II) first capture tests, using only two individuals, one of each tested species, in which the first preyed insect was registered.

The tests were performed at the ISA's insectarium under controlled climatic conditions in order to get the minimum variation. The 24 hours tests were performed in a climatic chamber (25±1°C, 80% RH).

When comparing data from the two types of trials, it was found that both results were very close and both show the same trend about the *C. attenuata* predation preferences.

In the 24 hours assays leafminers (89%) and whiteflies (63%) were the preferred prey, when diglyphus was the other prey. The same result was obtained in the first capture assays with these combinations, and the values of leafminer and whitefly predation were similar, and significantly different from those from diglyphus predation. Furthermore, no significant differences were found in leafminers versus whiteflies combination.

Other two combinations were performed, including drosophila (replacing the leafminer) and whiteflies and diglyphus. There were no differences in whiteflies and drosophilas predation in these assays, but fewer diglyphus were preyed compared to drosophila.

Evidences of food preference by *C. attenuata* were observed over whiteflies and leafminers in the 24 hours trials and at the first capture trials, when the other prey available was diglyphus. Since whitefly is a tiny smaller than diglyphus other factors besides prey size may play a role on prey selection by tiger-fly.

Keywords: *Coenosia attenuata*; tiger-fly; predation; leafminers; whiteflies; *Diglyphus isaea*.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Extended abstract	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de quadros.....	x
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. Mosca-tigre	3
2.1.1. Características morfológicas	3
2.1.2. Hábitos alimentares	4
2.2. Presas.....	5
2.2.1. Moscas brancas	5
2.2.2. Larvas mineiras.....	6
2.2.3. Diglifos	10
3. Ensaio de preferência alimentar	13
3.1. Material e métodos.....	13
3.1.1. Condições dos ensaios	13
3.1.2. Origem das presas e do predador	13
3.1.3. Ensaio de 24 horas	14
3.1.4. Ensaio de 1ª Captura	16
3.1.5. Análise estatística	18
3.2. Resultados	20
3.2.1. Ensaio de 24 horas	20
3.2.2. Ensaio de 1ª Captura	21
3.3. Discussão	28
4. Conclusões	32
5. Referências bibliográficas	33
6. Anexos.....	39
6.1. Anexo I.....	39
6.2. Anexo II.....	40
6.3. Anexo III.....	41

Índice de figuras

FIGURA 1 - MACHO (ESQUERDA) E FÊMEA (DIREITA) DE <i>COENOSIA ATTENUATA</i> (JACINTO, 2011).	4
FIGURA 2 - ARMADURA BUCAL DE <i>COENOSIA ATTENUATA</i> (ADAPTADO DE NUNES (2011)).	5
FIGURA 3 – ADULTO E OVOS DE <i>TRIALEURODES VAPORARIORUM</i> (BAYER CROPSCIENCE, 2009B).	6
FIGURA 4 - CICLO DE VIDA DE <i>TRIALEURODES VAPORARIORUM</i> (FOTOGRAFIAS DE BAYER CROPSCIENCE (2009B)).	7
FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA POSTURA E ALIMENTAÇÃO, REALIZADA POR FÊMEA DE <i>LIRIOMYZA HUIDOBRENSIS</i> (FOTOGRAFIAS DE BAYER CROPSCIENCE (2009A)).	8
FIGURA 6 – ADULTO DE LARVA MINEIRA (BAYER CROPSCIENCE, 2009A).	8
FIGURA 7 – MAPA DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>LIRIOMYZA HUIDOBRENSIS</i> (EPPO, 2010A).	9
FIGURA 8 - CICLO DE VIDA DAS LARVAS MINEIRAS (FOTOGRAFIAS DE BAYER CROPSCIENCE, 2009A)).	10
FIGURA 9 – ADULTO DE <i>DIGLYPHUS ISAEA</i> (ORIGINAL DA BIOBEST).	11
FIGURA 10 - LARVA DE <i>LIRIOMYZA</i> SP. A SER PARASITADA POR DUAS LARVAS DE <i>DIGLYPHUS</i> SP. (ORIGINAL DE A. DUARTE MIL-HOMENS).	11
FIGURA 11 - ADULTO DE <i>DIGLYPHUS ISAEA</i> A ALIMENTAR-SE DE UMA LARVA DE LARVA MINEIRA (ORIGINAL DE BioPol – BIOSYSTEMS).	12
FIGURA 12 – EMBALAGENS DE <i>DIGLYPHUS ISAEA</i> ADQUIRIDOS ÀS EMPRESAS BIOBEST (À ESQUERDA) E SYNGENTA BIOLINE (À DIREITA) (ORIGINAL DO AUTOR).	13
FIGURA 13 – A: CAIXA DE ACRÍLICO TRANSPARENTE TESTADO NOS ENSAIOS PRELIMINARES; B: CAIXA MODIFICADA POR INTERPOSIÇÃO DE UM CARTÃO PLASTIFICADO VERDE - ENSAIOS DE 24 HORAS (ORIGINAL DO AUTOR).	16
FIGURA 14 – MOSCA BRANCA (A) E DIGLIFO (B) PREDADOS E LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE INSERÇÃO DA PROBÓSCIDE DE <i>COENOSIA ATTENUATA</i> (ORIGINAL DO AUTOR).	16
FIGURA 15 – CAIXA DE ACRÍLICO TRANSPARENTE UTILIZADA NOS ENSAIOS DE 1ª CAPTURA (ORIGINAL DO AUTOR).	17
FIGURA 16 – NÚMERO DE INSECTOS PREDADOS POR MOSCA-TIGRE E TOTAL DE INSECTOS COLOCADOS POR CAIXA, POR ESPÉCIE, EM CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 1, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	22
FIGURA 17 – PROPORÇÃO DE INSECTOS VIVOS, MORTOS POR CAUSA DESCONHECIDA E PREDADOS POR MOSCA-TIGRE, PARA CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 1, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	23
FIGURA 18 – NÚMERO DE INSECTOS PREDADOS POR MOSCA-TIGRE E TOTAL DE INSECTOS COLOCADOS POR CAIXA, POR ESPÉCIE, EM CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 2, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	24
FIGURA 19 – PROPORÇÃO DE INSECTOS VIVOS, MORTOS POR CAUSA DESCONHECIDA E PREDADOS POR MOSCA-TIGRE, PARA CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 2, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	24
FIGURA 20 – NÚMERO DE INSECTOS PREDADOS POR MOSCA-TIGRE E TOTAL DE INSECTOS COLOCADOS POR CAIXA, POR ESPÉCIE, EM CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 3, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	25
FIGURA 21 – PROPORÇÃO DE INSECTOS VIVOS; MORTOS POR CAUSA DESCONHECIDA E PREDADOS POR MOSCA-TIGRE, PARA CADA REPETIÇÃO DA COMBINAÇÃO 3, NO ENSAIO DE 24 HORAS.	25
FIGURA 22 – PRESA CAPTURADA EM PRIMEIRO LUGAR PELA MOSCA-TIGRE EM ENSAIO DE 1ª CAPTURA - COMBINAÇÃO 1.	26
FIGURA 23 – PRESA CAPTURADA EM PRIMEIRO LUGAR PELA MOSCA-TIGRE EM ENSAIO DE 1ª CAPTURA - COMBINAÇÃO 2.	26
FIGURA 24 – PRESA CAPTURADA EM PRIMEIRO LUGAR PELA MOSCA-TIGRE EM ENSAIO DE 1ª CAPTURA - COMBINAÇÃO 3.	27
FIGURA 25 - A: PRESA CAPTURADA EM PRIMEIRO LUGAR PELA MOSCA-TIGRE EM ENSAIO DE 1ª CAPTURA - COMBINAÇÃO 4; B: PRESA CAPTURADA EM PRIMEIRO LUGAR PELA MOSCA-TIGRE EM ENSAIO DE 1ª CAPTURA - COMBINAÇÃO 5.	27

Índice de quadros

QUADRO 1 - ESTRAGOS RESULTANTES DA PRESENÇA DE MOSCAS BRANCAS EM CULTURAS AGRÍCOLAS. (ADAPTADO DE RODRIGUES (1994) E LLORENS & GARRIDO (1992)).	7
QUADRO 2 - ESTRAGOS CAUSADOS POR ESPÉCIES DO GÉNERO <i>LIRIOMYZA</i> (ADAPTADO DE PARRELA (1987)).	10
QUADRO 3 – COMBINAÇÕES DE PRESAS UTILIZADAS NOS ENSAIOS DE 24 HORAS.	15
QUADRO 4 – COMBINAÇÕES DE PRESAS UTILIZADAS NOS ENSAIOS DE 1ª CAPTURA.	18
QUADRO 5 – RESULTADOS RELATIVOS AOS INSECTOS-PRESA (DIGLIFOS, MOSCA BRANCA E LARVA MINEIRA), DOS ENSAIOS DE PREDACÃO DE 24H.	20

1. Introdução

Actualmente, a sociedade pretende cada vez mais produtos agrícolas com elevada qualidade e, principalmente, produtos seguros. Neste sentido, têm sido tomadas inúmeras medidas legislativas sobre aplicações e resíduos de substâncias activas, de modo a garantir a segurança do consumidor final.

Está em curso a transcrição da normativa europeia, que obriga todos os produtores a produzir segundo as normas da Protecção Integrada (Dec. Lei nº 256/2009 de 24 de Setembro). Em muitas situações, o produtor será obrigado a reduzir as aplicações de produtos fitofarmacêuticos que normalmente efectua. Esta redução permitirá beneficiar o produtor, através da redução dos custos de produção, e o ambiente e o consumidor, pois permitirá um aumento da segurança dos produtos agrícolas.

Uma das formas de combater a ocorrência de resíduos e risco associados à presença de determinadas substâncias activas é promover a limitação natural de pragas e de agentes patogénicos com recurso a outros organismos.

Destaca-se neste trabalho a acção de limitação natural de uma espécie de díptero predador, que foi recentemente descoberta na região Oeste de Portugal, e que pertence ao género *Coenosia* (Prieto, 2002; Prieto *et al.*, 2005). Este díptero apresenta um método de captura das presas e hábitos alimentares algo peculiares, que lhe valeram o nome vulgar de mosca-tigre.

Através da observação da sua morfologia, este predador foi identificado como *Coenosia attenuata* Stein por Kühne (Prieto, 2002).

Na dieta alimentar da mosca-tigre é possível encontrar diferentes tipos de presas, de entre as quais se destacam moscas brancas, esciarídeos, larvas mineiras, cicadélídeos e, até mesmo, himenópteros parasitóides (como, por exemplo, *Diglyphus. isaea* (Walker)) utilizados comumente em luta biológica (Téllez & Tapia, 2006).

O tema desta dissertação insere-se no projecto PTDC/AGR-AAM/099723/2008, intitulado “Flypred – Que papel para a mosca-tigre na luta biológica em culturas protegidas?”, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. Tem como objectivo principal o estudo das preferências alimentares deste predador polífago, *C. attenuata*.

Assim, neste trabalho estudaram-se as preferências alimentares da mosca-tigre, através da realização de dois tipos de ensaios em condições laboratoriais controladas: (i) ensaios com duração de 24 horas, com duas populações de presas, em igual número (Capítulo 3.1.3.); (ii) ensaios que duravam até à primeira captura, com somente dois indivíduos-presa disponíveis, um de cada uma de duas espécies (Capítulo 3.1.4.).

Espera-se que com estes resultados seja possível obter informação relevante e importante, para avaliar o impacto da mosca-tigre sobre as populações de organismos existentes no ecossistema agrário local. O conhecimento das preferências alimentares permite aos técnicos compreender o comportamento da mosca-tigre, no que se refere ao seu impacto como agente de limitação natural sobre pragas e sobre espécies auxiliares usados em estratégias de conservação – limitação natural e/ou comercializadas como agentes de luta biológica, prarasitóides e/ou predadores, e interacção com outros organismos, considerados indiferentes mas que podem ter papel importante como presas/hospedeiros alternativos para auxiliares.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Mosca-tigre

Recentemente, foi descoberto na região Oeste (Portugal) um díptero capaz de predação um número variado de pragas agrícolas, nomeadamente em culturas protegidas (Prieto, 2002; Prieto *et al.*, 2005). Após análise morfológica foi identificado como *Coenosia attenuata* Stein por Kühne (Prieto, 2002).

Coenosia attenuata pertence à ordem Diptera, família Muscidae (Aguilera *et al.*, 2004; Pérez, 2006). Segundo alguns autores *C. attenuata* é originária da região Paleártica (Lambert, 2006; Téllez & Tapia, 2005a; b), mais precisamente da região Mediterrânica (Couri & Salas, 2010; Martinez & Cocquempot, 2000; Sanderson *et al.*, 2009).

Actualmente, a espécie encontra-se dispersa por várias regiões do globo, tais como Alemanha (Kühne, 1998), Itália (Moreschi, 1999; Moreschi & Süss, 1998), França (Martinez & Cocquempot, 2000), Espanha (Rodríguez & Lirola, 2002), Portugal (Prieto, 2002) e Turquia (Pohl *et al.*, 2003). Actualmente, é possível encontrar populações de *C. attenuata*, nomeadamente em culturas hortícolas, como abóbora, alface, ervilha, feijão-verde, melancia, pimento, tomate (Pinho *et al.*, 2009; Prieto *et al.*, 2005; Rodríguez & Lirola, 2002; Salas & Larraín, 2011) e ornamentais como, crisântemos, gerberas e rosas (Lambert, 2006; Sutherland, 2005).

2.1.1. Características morfológicas

Entre os adultos de *C. attenuata* (Figura 1), existe um notório dimorfismo sexual, que permite a distinção dos sexos (Lambert, 2006; Martinez & Cocquempot, 2000; Pohl *et al.*, 2011; Sutherland, 2005). As fêmeas são de dimensão superior à dos machos, podendo atingir os 4 mm de comprimento (Hoebeke *et al.*, 2003; Lambert, 2006). O seu corpo apresenta uma coloração cinzenta e antenas de cor negra, sendo que, no abdómen, existem três bandas negras distintamente marcadas (Lambert, 2006; Rodríguez & Lirola, 2002). Os machos, tal como as fêmeas, apresentam uma cor acinzentada, mas não têm qualquer banda escura no abdómen e as suas antenas e patas são amarelas, excepto a zona dos tarsos médio e posterior (Kühne, 2000; Lambert, 2006; Martinez & Cocquempot, 2000; Rodríguez & Lirola, 2002). Esta espécie é vulgarmente conhecida por mosca-tigre.

2.1.2. Hábitos alimentares

Coenosia attenuata é uma espécie polífaga e a sua acção, como auxiliar, inicia-se no solo, sob o estado de larva, predando principalmente larvas de esciarídeos (Kühne, 2000; Pérez, 2006; Rodríguez & Lirola, 2002; Salas & Larraín, 2009; Sanderson *et al.*, 2009; Sutherland, 2005; Téllez & Tapia, 2005a; 2007). Enquanto adulto é o único agente de limitação natural, conhecido em culturas protegidas, capaz de preda outros insectos alados. Preda adultos de aleirodídeos, larvas mineiras (*Liriomyza* spp.; *Chromatomyia* spp.), esciarídeos (*Lycoria* spp.; *Sciara* spp. e *Bradysia* spp.), cicadelídeos (*Eupteryx* spp. e *Empoasca* spp.) e tripes (Kühne, 1998; 2000; Lambert, 2006; Mateus & Figueiredo, 2011; Pérez, 2006; Pohl *et al.*, 2011; Rodríguez & Lirola, 2002; Sanderson *et al.*, 2009; Sutherland, 2005; Téllez & Tapia, 2005a; b; 2007; Téllez *et al.*, 2009; Ugine *et al.*, 2010). Os adultos utilizam como técnica de captura a emboscada e capturam a sua presa em pleno voo (Berner, 2008; Lambert, 2006; Pérez, 2006; Sanderson *et al.*, 2009; Sutherland, 2005; Téllez & Tapia, 2005a; b).

Há predadores que predam no estado de larva/ninfa, outros que só predam quando adultos e outros que predam quer no estado imaturo quer enquanto imago. Contudo, a maioria predam estados imaturos ou adultos ápteros. Poucos são aqueles que como a mosca-tigre são capazes de preda adultos voadores. Poucas foram as referências encontradas, na bibliografia consultada, sobre estudos de preferência alimentar em predadores deste tipo (Téllez & Tapia, 2006; e alguns artigos sobre Diptera: Asiliidae), quer para poder aperfeiçoar metodologias quer para confrontar e discutir os resultados obtidos.



Figura 1 - Macho (esquerda) e fêmea (direita) de *Coenosia attenuata* (Jacinto, 2011).

A armadura bucal apresenta uma modificação da típica armadura muscóide existente nos indivíduos da família Muscidae, pela inclusão de um dente, permitindo perfurar o tegumento das suas presas, de forma a alimentar-se (Kühne, 1998) (Figura 2).

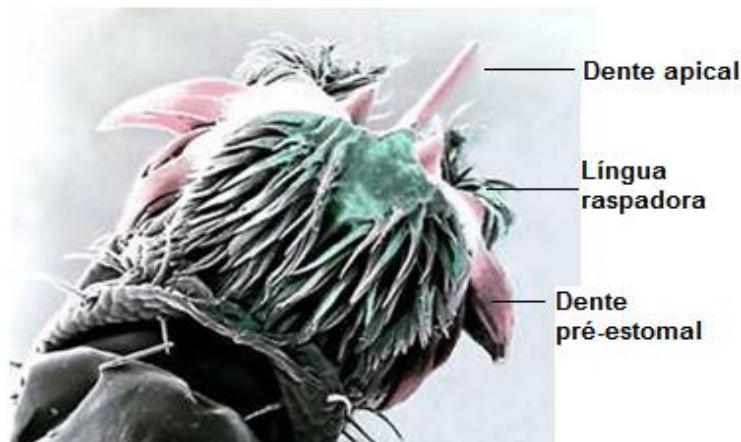


Figura 2 - Armadura bucal de *Coenosia attenuata* (Adaptado de Nunes (2011)).

Os hábitos alimentares das espécies pertencentes ao género *Coenosia* não se restringem apenas aos insectos previamente mencionados, já que, em situações de populações elevadas de *Coenosia* spp. e de escassez de alimento, pode ocorrer canibalismo (Moreschi & Süss, 1998; Morris & Cloutier, 1987; Prieto *et al.*, 2003; Rodríguez & Lirola, 2002; Téllez & Tapia, 2007).

Segundo Gilioli *et al.* (2005), *C. attenuata* apresenta actividade predadora a temperaturas entre 12°C e 36°C, embora tenham sido registados alguns ataques a 42°C. Contudo, os mesmos autores referem que, a temperatura de 42°C deve ser vista como uma temperatura acima do limite superior de sobrevivência da mosca-tigre.

2.2. Presas

2.2.1. Moscas brancas

As moscas brancas, nomeadamente a espécie *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) que é a espécie de mosca branca dominante na região Oeste em hortícolas, são polípagas (Estrada, 1989; Rodríguez, 1994; Rodríguez & Téllez, 2000; Ulubilir & Sekeroglun, 2000) e constituem um dos principais problemas em várias culturas protegidas, em todo o país. Estes insectos pertencem à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae (Estrada, 1989; Noldus *et al.*, 1987; Rodríguez, 1994). A designação de moscas, ou mosquinhas, brancas deriva da presença de uma secreção cerosa pulverulenta de cor branca que cobre o seu corpo e, principalmente, as asas (Llorens & Garrido, 1992) (Figura 3).

Trialeurodes vaporariorum, apesar de ser uma espécie neártica, é actualmente uma importante praga noutras regiões do mundo, sem excluir as regiões temperadas, onde está classificada como praga-chave de muitas culturas hortícolas protegidas e de ar livre (como, por exemplo, as culturas de tomate, beringela e cucurbitáceas) (Rodríguez & Téllez, 2000) e ornamentais protegidas (Estrada, 1989).



Figura 3 – Adulto e ovos de *Trialeurodes vaporariorum* (Bayer CropScience, 2009b).

Trialeurodes vaporariorum, na Europa, transmite algumas estirpes de vírus pertencentes ao género Crinivirus, como, por exemplo, Beet pseudo yellows virus (BPYV), Tomato chlorosis virus (ToCV) e Tomato infectious chlorosis virus (TICV) (Winter, 2008).

O ciclo de vida de *T. vaporariorum* (Figura 4) é composto por três estados de desenvolvimento, ovo, ninfa e adulto. O estado de ninfa pode ser subdividido em quatro instares ninfais, destacando-se o quarto e último instar, que é denominado por “pupa” por muitos autores (Estrada, 1989; Martin, 1999; Rodríguez, 1994).

Em várias culturas, verifica-se uma estratificação vertical da distribuição das várias fases de desenvolvimento de *T. vaporariorum* (Estrada, 1989). A colonização de plantas por moscas brancas é feita do seguinte modo: (i) ovos, ninfas mais jovens e adultos no cimo da planta, nas folhas mais novas; (ii) ninfas de 4º instar nas folhas mais baixas, de onde emergirão os adultos da geração seguinte, sendo que estes, posteriormente, deslocar-se-ão novamente para as folhas mais jovens (Estrada, 1989; Noldus *et al.*, 1987; Rodríguez, 1994).

Em resultado da alimentação das moscas brancas é possível identificar estragos directos e indirectos nas culturas (Quadro 1).

2.2.2. Larvas mineiras

As larvas mineiras das hortícolas pertencem à ordem Diptera, família Agromyzidae (Abe *et al.*, 2005; Chen & Kang, 2004; Steck, 2004). Desta família são muitas as espécies de larvas mineiras que podem causar estragos nas plantas, devido aos seus hábitos alimentares e/ou de postura (Vega, 2003) (Figura 5).

Em Portugal, estão referenciadas quatro espécies de larvas mineiras do género *Liriomyza*: *L. strigata* (Meigen) e *L. bryoniae* (Kaltenbach), de origem paleártica, autóctones, e *L. huidobrensis* (Blanchard) e *L. trifolii* (Burgess in Comstock), de origem neotropical e introduzidas nas décadas de 80 e 90 (Echevarría *et al.*, 1994; EPPO, 2010a; Godinho & Mexia, 2000; Liu *et al.*, 2008).

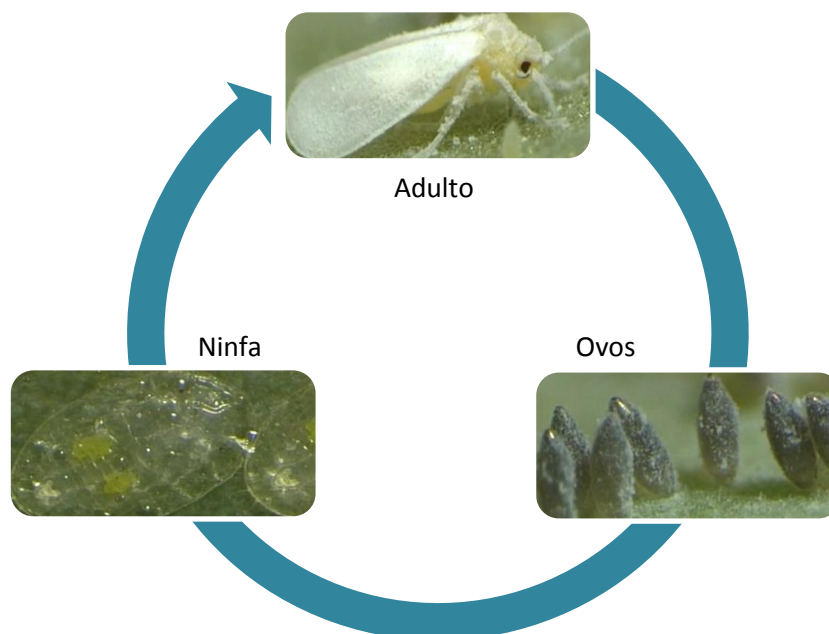


Figura 4 - Ciclo de vida de *Trialeurodes vaporariorum* (Fotografias de Bayer CropScience (2009b)).

Quadro 1 - Estragos resultantes da presença de moscas brancas em culturas agrícolas. (Adaptado de Rodrigues (1994) e Llorens & Garrido (1992)).

Estragos Directos	Estragos Indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do vigor da planta • Distúrbios fisiológicos (amadurecimento irregular, alterações de coloração). 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da actividade fotossintética devido à presença de melada e ao desenvolvimento de fumagina (fungo saprófita do género <i>Cladosporium</i> sp.); • Diminuição da qualidade do produto (ex. efeito cosmético) devido à melada e fumagina; • Fitotoxicidade; • Transmissão de vírus.

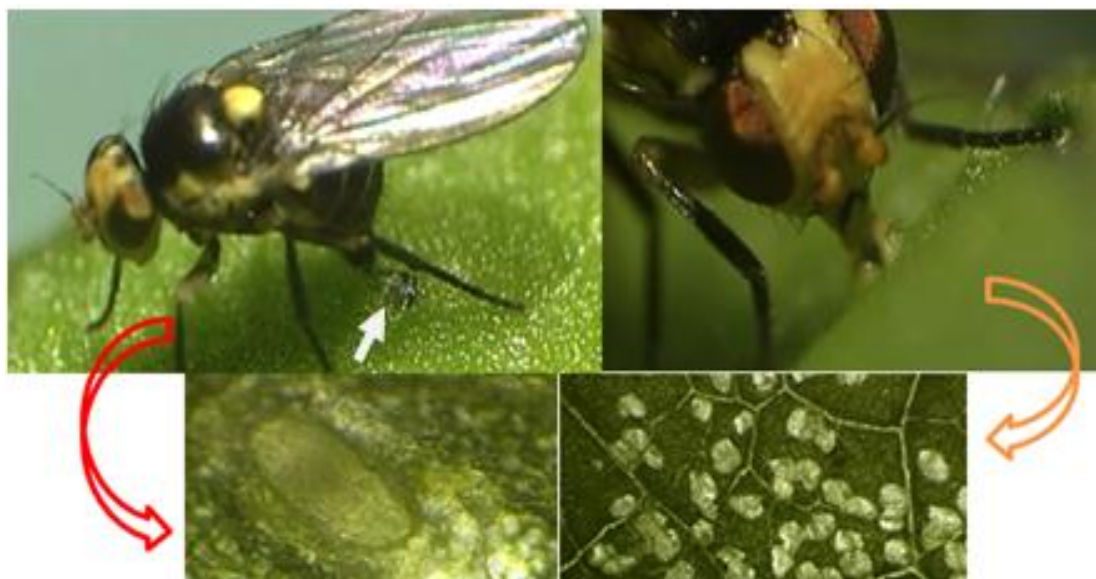


Figura 5 – Representação esquemática da postura e alimentação, realizada por fêmea de *Liriomyza huidobrensis* (Fotografias de Bayer CropScience (2009a)).

Liriomyza huidobrensis (Figura 6) é a espécie dominante a norte do Tejo, no complexo de larvas mineiras de hortícolas, enquanto *L. trifolii* quase não é aí detectada (Godinho & Mexia, 2000). No Algarve, *L. trifolii* é a espécie dominante (Gonçalves & Anunciada, 2001). A nível mundial, *L. huidobrensis* está actualmente referenciada como sendo uma espécie cosmopolita, pois está presente em vários países (Figura 7).



Figura 6 – Adulto de larva mineira (Bayer CropScience, 2009a).

Liriomyza huidobrensis é uma espécie muito polífaga, com plantas de, pelo menos, 14 famílias botânicas como hospedeiras, tais como Alliaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae e Solanaceae (Cüvelek & Yoldas, 2003; EPPO, 2010a; Vega, 2003), algumas de grande importância económica, quer como culturas hortícolas, quer como

ornamentais. É, principalmente, através da importação de plantas ornamentais que se processa a disseminação a longa distância desta praga e de outras espécies de larvas mineiras (Chen & Kang, 2004). Segundo a EPPO (2010a), a vida em jarra de uma planta de crisântemo é suficiente para permitir o desenvolvimento completo da espécie.

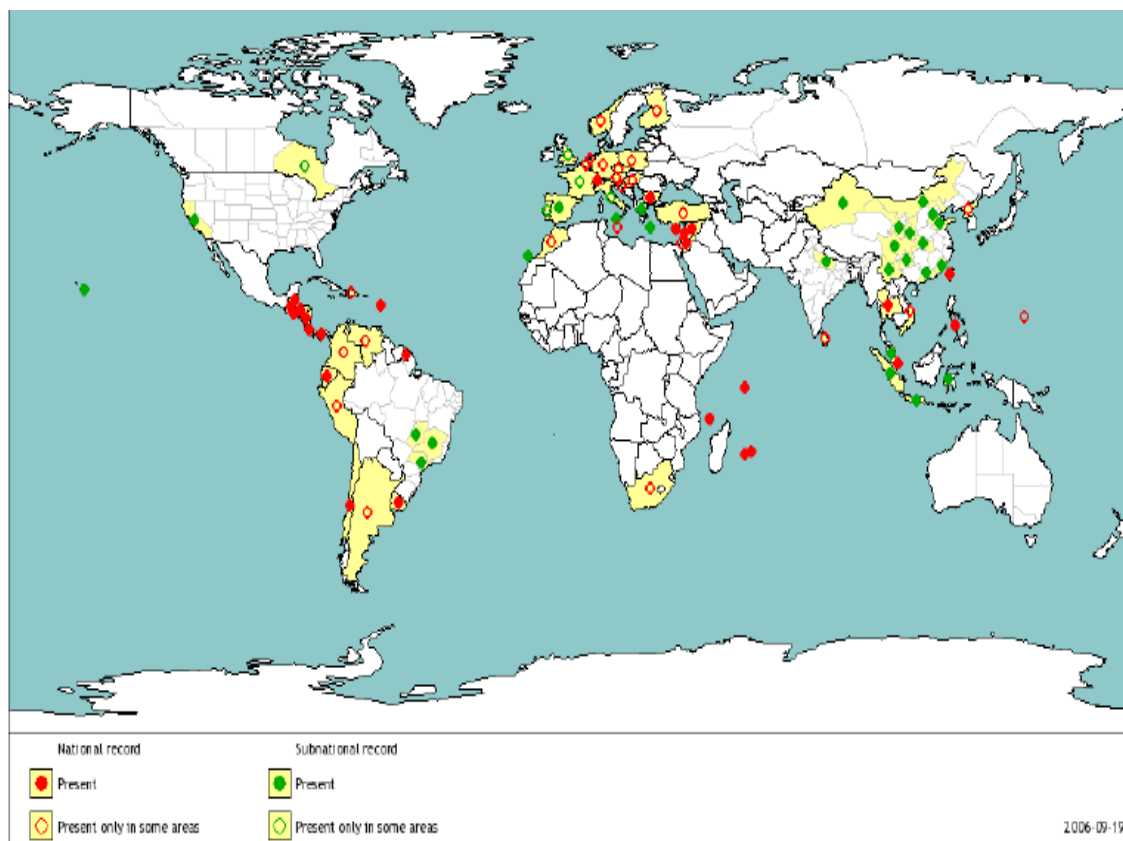


Figura 7 – Mapa da distribuição geográfica de *Liriomyza huidobrensis* (EPPO, 2010a).

Segundo Echevarria *et al.* (1994), em países com clima temperado ou mediterrânico, *L. huidobrensis* consegue desenvolver-se não só em culturas protegidas, mas também em culturas ao ar livre.

Liriomyza huidobrensis apresenta um ciclo de desenvolvimento holometabólico e é uma espécie multivoltina (Vega, 2003). O seu ciclo de vida está esquematizado na Figura 8. Os estados de ovo e larva ocorrem no interior da folha, sendo que a larva passa por três instares larvares (Vega, 2003).

Os adultos de *L. huidobrensis* apresentam dimensão variável, medindo desde 1,3 a 2,3 milímetros de comprimento (EPPO, 2010a).

Os estragos associados à presença de larvas mineiras podem ter um grande impacto económico (Parrella *et al.*, 1981) (Quadro 2).

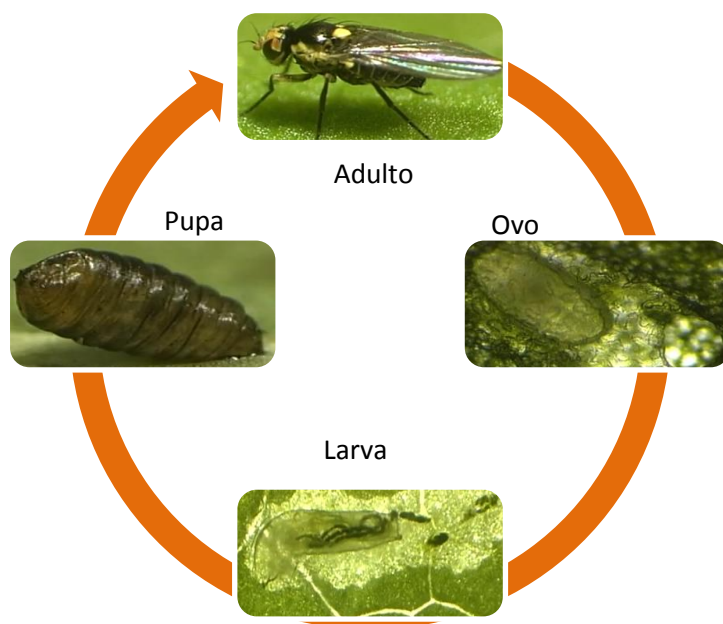


Figura 8 - Ciclo de vida das larvas mineiras (Fotografias de Bayer CropScience, 2009a)).

Quadro 2 - Estragos causados por espécies do género *Liriomyza* (Adaptado de Parrella (1987)).

Estragos Directos	Estragos Indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Completa destruição de plantas no viveiro; • Redução da colheita (Liebee, 1985; Mortimer & Powell, 1984; Parrella & Bethke, 1984); • Destruição da folhagem/copa, expondo os frutos/órgãos à radiação solar directa (escaldão). 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do valor estético das culturas (Parrella <i>et al.</i>, 1981); • Lesões que constituem, portas de, entrada para patógenos (Zitter & Tsai, 1977); • Necessidade de tomar medidas de quarentena/tratamentos preventivos sobre o material de propagação (EPPO, 2010b).

2.2.3. Diglifos¹

Diglyphus isaea (Walker) (Figura 9) pertence à ordem Hymenoptera, família Eulophidae (Bazzocchi *et al.*, 2003; Li & Seal, 2010; Sha *et al.*, 2007) e é originária da região Paleártica (Minkenberg, 1989; Téllez *et al.*, 2006).

¹ Não havendo um nome vulgar português instituído para *Diglyphus isaea*, neste trabalho adoptou-se a designação que é vulgar utilizar oralmente.



Figura 9 – Adulto de *Diglyphus isaea* (Original da Biobest).

Esta espécie está actualmente referida como ectoparasitóide (Gonçalves & Anunciada, 2001; Li & Seal, 2010; Rodríguez *et al.*, 2003; Syngenta, 2011) de larvas mineiras do género *Liriomyza*, na Europa, norte de África e Japão (Minkenberg, 1989). Em Portugal, esta espécie ocorre naturalmente nas estufas (Gonçalves & Anunciada, 2001). Na região Oeste, o complexo de espécies de parasitóides de larvas mineiras inclui diversas espécies do género *Diglyphus* (Figura 10): *D. isaea*, *D. crassinervis* Erdös, *D. poppoea* Walker, *D. minoeus* (Walker) (Mexia *et al.*, 2004).

Diglyphus isaea é um insecto ectoparasitóide holometabólico, oligófago, gregário facultativo (Li & Seal, 2010). As fêmeas depositam, junto ao tegumento do hospedeiro (*Liriomyza* spp.), entre um a cinco ovos (Beitia *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 10 - Larva de *Liriomyza* sp. a ser parasitada por duas larvas de *Diglyphus* sp. (Original de A. Duarte Mil-Homens).

Segundo Bazzocchi *et al.* (2003), o tempo necessário para um indivíduo de *D. isaea* completar o seu ciclo de desenvolvimento (de ovo até emergir o adulto) é de 15 dias, a 20°C, e 8 dias, a 30°C.

Diglyphus isaea é um insecto sinovigénico (Zhang *et al.*, 2011), pelo que necessita de obter proteínas e outros nutrientes, para poder continuar a produzir ovos, e fá-lo predando larvas de *Liriomyza* spp. (Syngenta, 2011) (Figura 11), normalmente, de primeiro

ou segundo instar (Rodríguez *et al.*, 2003). A fêmea adulta raramente deposita ovos junto de larvas das quais se alimentou, as quais já não contêm alimento suficiente para o completo desenvolvimento das larvas da descendência, além de morrerem ao fim de um curto espaço de tempo (Liu *et al.*, 2008).

Os adultos de *D. isaea* possuem a capacidade de localizar larvas de *Liriomyza* spp. que se encontram no interior dos tecidos vegetais (nas galerias) (Syngenta, 2011). Após encontrarem o hospedeiro, conseguem paralisá-lo com o auxílio do seu ovíscapo, sem o matarem (Beitia *et al.*, 1994; Téllez *et al.*, 2006). Normalmente, as larvas hospedeiras de *D. isaea* encontram-se no segundo ou terceiro instar larvar (Beitia *et al.*, 1994; Sánchez, 1994).



Figura 11 - Adulto de *Diglyphus isaea* a alimentar-se de uma larva de larva mineira (Original de BioPol – Biosystems).

Diglyphus isaea é capaz de estabelecer uma população nas nossas condições climáticas (Minkenberg, 1989; Téllez *et al.*, 2006; Ulubilir & Sekeroglun, 2000). É, normalmente, a espécie mais utilizada como agente de luta biológica, principalmente, em culturas protegidas, hortícolas e ornamentais, em países com clima temperado (Bazzocchi *et al.*, 2003).

Hoje em dia, *D. isaea* encontra-se difundido por todo o mundo, muito devido à proliferação de espécies de larvas mineiras, sua importância económica, e utilização deste parasitóide como agente de luta biológica.

3. Ensaios de preferência alimentar

Para simplificação de terminologia, foi decidido denominar as espécies utilizadas pelos seus nomes comuns. Assim, daqui em diante surgirão maioritariamente as designações mosca-tigre em vez de *C. attenuata*, diglifo(s) em vez de *D. isaea*, mosca branca em vez de *T. vaporariorum*, larva mineira em vez de *L. huidobrensis* e drosófila (também conhecida por mosca-do-vinagre) em vez de *Drosophila (Sophophora) melanogaster* Meigen.

3.1. Material e métodos

3.1.1. Condições dos ensaios

Os ensaios foram realizados no insectário do Instituto Superior de Agronomia, entre Fevereiro e Setembro de 2011, sob condições controladas, em câmara climatizada, a temperatura constante de 25°C, humidade relativa de 80%, fotoperíodo de 14h D:10h N, e intensidade luminosa de 2500 lux. Foram realizados dois tipos de ensaios, qualquer deles de dupla escolha: Ensaios de 24 horas e de 1ª Captura, estes últimos finalizavam assim que fosse capturada a primeira presa.

3.1.2. Origem das presas e do predador

As presas utilizadas nos ensaios estão referenciadas como presas de mosca-tigre na bibliografia consultada (ver 2.1.2) e tiveram diferentes origens. Os diglifos inicialmente eram provenientes da empresa Biobest (Figura 12), por aquisição ao representante nacional, e nas últimas repetições dos ensaios foram adquiridos à empresa Syngenta Bioline (Figura 12).



Figura 12 – Embalagens de *Diglyphus isaea* adquiridos às empresas Biobest (à esquerda) e Syngenta Bioline (à direita) (Original do autor).

No insectário, procedeu-se à criação de moscas brancas, a partir de exemplares recolhidos em estufas na região Oeste, com pouco sucesso, possivelmente devido à iluminação, disponibilidade de nutrientes no substrato utilizado e/ou presença frequentemente de mirídeos, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) e *Dicyphus* sp. nas gaiolas, provavelmente resultantes de posturas presentes nas plântulas de tomateiro, provenientes de viveiros comerciais. Assim, de cada vez que a população de mosca branca atingia um valor muito baixo, trouxeram-se indivíduos directamente de estufas comerciais de hortícolas ou de ornamentais da região Oeste para o insectário.

Os adultos de larvas mineiras foram igualmente provenientes de capturas em estufas comerciais. Durante os ensaios, foram realizadas três capturas, em três datas distintas, porque as plantas de tomateiro existentes no insectário eram demasiado pequenas, e não permitiam o normal desenvolvimento dos insectos. Foram capturados adultos, em aboborinha (na região Oeste), e pupas em folhas de tomateiro com minas (nas regiões Oeste e de Setúbal), as quais foram colocadas em câmara de criação, a 22°C, até à emergência dos adultos.

Em relação aos predadores, estes tiveram origem na unidade de criação do INRB (Oeiras), periodicamente refrescada com insectos de campo e, quando não havia indivíduos em número suficiente na criação, recorreu-se à captura de adultos em estufas comerciais da região Oeste. Foram sempre utilizadas fêmeas, tal como nos estudos de Gilioli *et al.* (2005), tendo em conta que Kaviani *et al.* (2010) verificaram que as fêmeas consumiam maior número de presas e apresentavam maior longevidade do que os machos. Foram utilizadas indistintamente fêmeas acasaladas ou virgens. As moscas-tigre não foram sujeitas a jejum prévio.

3.1.3. Ensaios de 24 horas

O objectivo destes ensaios foi estudar as preferências alimentares da mosca-tigre em período relativamente longo, em condições laboratoriais, em relação a duas espécies de presas, na proporção de um predador (fêmea) para 30 presas (15 indivíduos-presa de cada espécie), durante um período de 24 horas. Este delineamento permitiria verificar preferências relativas (proporções de consumo).

Antes de efectuar os ensaios foi necessário proceder à selecção das caixas onde os ensaios tiveram lugar, tal como se descreve a seguir.

Inicialmente existiam caixas acrílicas de 30 cm de comprimento (C), 30 cm de largura (L) e 40 cm de altura (A) (Figura 13A). Estas foram utilizadas aproximadamente durante um mês, na avaliação do comportamento dos vários insectos utilizados, por observação visual, e

concluiu-se que as dimensões eram excessivamente grandes, por baixa probabilidade de encontro entre o predador e as presas, o que tornava os ensaios excessivamente longos.

Deste modo, foi necessário reduzir o espaço no interior da caixa, optando-se por introduzir um painel de plástico canelado, de cor verde, a meio desta (Figura 13B), por forma a aproveitarem-se as caixas já existentes. Assim, a dimensão das caixas usadas nos ensaios foi de 30 cm C x 15 cm L x 40 cm A (Figura 13B), o que permitia uma maior proximidade entre predador e presas, e a realização de duas repetições do mesmo ensaio, na mesma caixa, em simultâneo.

As caixas utilizadas possuíam orifícios para ventilação para evitar condensação no seu interior, a qual poderia fazer aderir os insectos às paredes da caixa.

Nestes ensaios, foram utilizadas três combinações de pares de presas (Quadro 3). As presas foram introduzidas nas caixas, tentando colocar 15 adultos de cada uma das duas espécies testadas. Nem sempre isso foi possível, uma vez que a reduzida dimensão ou e, alguns casos, a cor dificultavam a contagem. Realizaram-se 32 repetições da Combinação 1, 12 da Combinação 2 e sete repetições da Combinação 3. O menor número de repetições das Combinações 2 e 3 deveu-se à falta de larvas mineiras apesar de todos os esforços desenvolvidos para as obter.

Quadro 3 – Combinações de presas utilizadas nos ensaios de 24 horas.

Combinação 1	15 diglifos + 15 moscas brancas
Combinação 2	15 diglifos + 15 larvas mineiras
Combinação 3	15 larvas mineiras + 15 moscas brancas

No fim dos ensaios (24h), as caixas eram retiradas da câmara climatizada, capturava-se o predador e contava-se o número de presas vivas, que eram colocadas noutra caixa. As presas mortas foram recolhidas com auxílio de um pincel e foram observadas à lupa binocular, para se proceder à identificação da causa da morte: por predação (presença de um ou mais orifícios no corpo das presas, provocados pela introdução da probóscide) (Figura 14) ou por causa desconhecida.

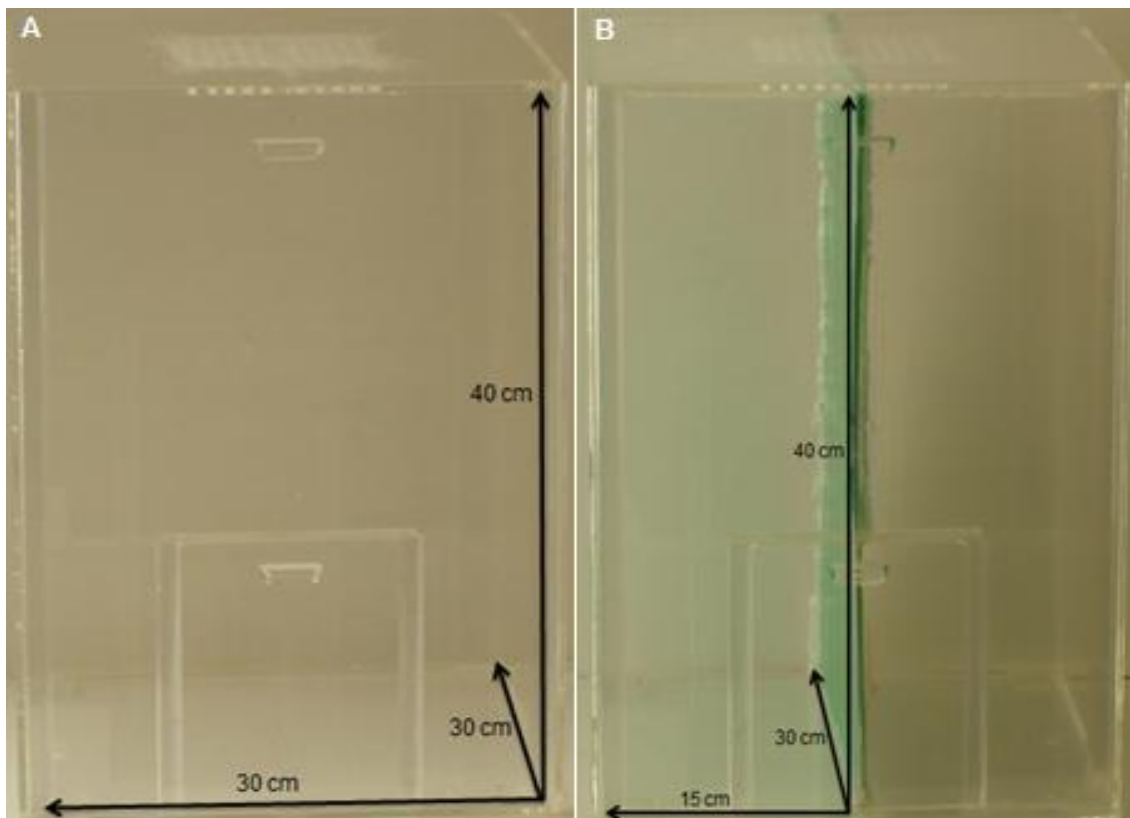


Figura 13 – A: Caixa de acrílico transparente testado nos ensaios preliminares; B: Caixa modificada por interposição de um cartão plastificado verde - Ensaios de 24 horas (Original do autor).

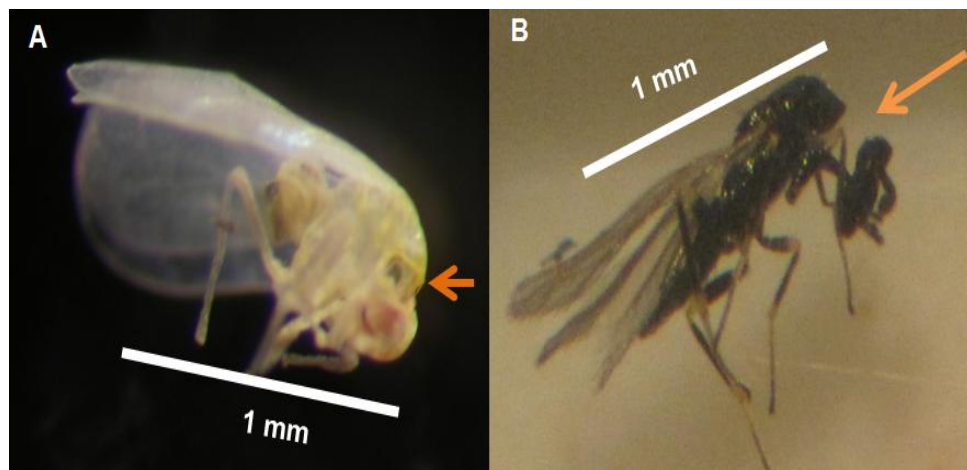


Figura 14 – Mosca branca (A) e diglifo (B) predados e localização do local de inserção da probóscide de *Coenosia attenuata* (Original do autor).

3.1.4. Ensaios de 1ª Captura

O objectivo destes ensaios foi estudar as preferências alimentares do predador (*C. attenuata*) em condições laboratoriais, em relação a duas espécies de presas, na proporção de um predador (fêmea) para duas presas (um indivíduo-presa de cada espécie), ou seja, em arena de dupla opção.

Para este tipo de ensaios foi necessário desenvolver uma caixa onde colocar o predador e as presas, de modo a que cada presa tivesse a mesma probabilidade de ser predada, num curto espaço de tempo, e que permitisse observar o comportamento dos insectos no seu interior. Assim, foram previamente testadas várias estruturas, com diferentes dimensões, durante três semanas.

Em primeiro lugar, testou-se uma caixa de acrílico transparente com 20 cm C x 20 cm L x 40 cm A, tendo-se concluído que era demasiado grande. De seguida, testou-se uma caixa com formato de um prisma triangular, de dimensão 4,6 cm C x 3,5 cm L x 2,8 cm A, tendo-se verificado que também não era apropriada, pois a colocação dos vários insectos era difícil, devido à sua reduzida dimensão, para além de não se verificarem ataques do predador: o voo curto das presas não constituía estímulo suficiente ou o reduzido volume da caixa não permitia a captura de forma segura.

Testou-se ainda uma caixa de forma cúbica, com 15 cm de lado, onde se obteve ataque a uma presa, mas em que o período entre a colocação dos insectos no interior da caixa e a primeira captura era bastante longo. Foram, então, construídas três caixas com o mesmo formato, mas com menores dimensões. As dimensões da caixa seleccionada eram de 10 cm C x 10 cm L x 10 cm A (Figura 15).

O Quadro 4 indica as combinações de presas utilizadas nestes ensaios. Não foi possível realizar a Combinação drosófila vs larva mineira por falta de exemplares (ver 3.1.2).

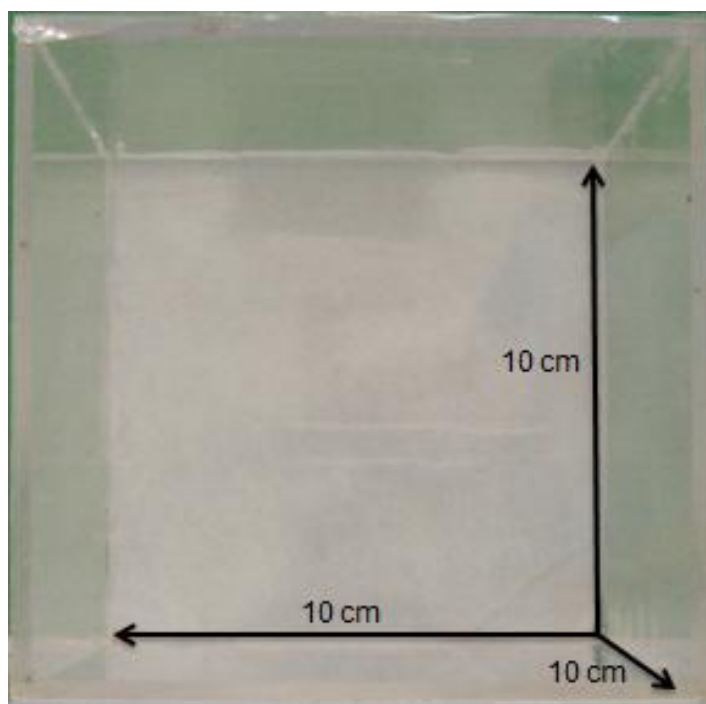


Figura 15 – Caixa de acrílico transparente utilizada nos ensaios de 1ª Captura (Original do autor).

Quadro 4 – Combinações de presas utilizadas nos ensaios de 1ª Captura.

Combinação 1	1 díglifo + 1 mosca branca
Combinação 2	1 díglifo + 1 larva mineira
Combinação 3	1 larva mineira + 1 mosca branca
Combinação 4	1 drosófila + 1 mosca branca
Combinação 5	1 drosófila + 1 díglifo

Todas as repetições foram realizadas dentro da câmara climatizada mencionada no ponto 3.1.1., sob as mesmas condições de temperatura, humidade relativa, fotoperíodo e intensidade luminosa. Foram realizadas 30 repetições de cada combinação, e a periodicidade das observações foi de 15 minutos, desde o início do ensaio, até se verificar a predação de um dos indivíduos ou a sua morte por causa desconhecida.

Quando se verificava a morte de um indivíduo, este era retirado da caixa com o auxílio de um pincel e observado à lupa, de forma a determinar a causa da morte, como nos ensaios de 24 horas.

3.1.5. Análise estatística

No caso dos ensaios de 24 horas, comparou-se a predação para cada combinação, calculando a média de duas proporções de predação para cada espécie: (i) número de insectos predados dessa espécie em relação ao número de insectos usados dessa espécie, que avalia por defeito a predação, dado que nem todos os insectos colocados nas gaiolas estiveram disponíveis para predação (morte por outras causas que ocorreu ao longo do período); e (ii) número de insectos predados da espécie em relação ao número de insectos mortos, mas não predados, dessa espécie, que avalia a predação por excesso, uma vez que no início do período estariam mais presas disponíveis (Anexo I). Testou-se a normalidade dos dados através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sem e após transformação angular ($\arcsen \sqrt{x}$). Tendo-se rejeitado a normalidade, procedeu-se à análise recorrendo ao teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas, após verificação dos seus pressupostos.

Para os ensaios de 1ª Captura os dados foram analisados pelo teste de qui-quadrado. A comparação entre as Combinações 2 e 5 e entre as 3 e 4 dos ensaios de 1ª Captura foi efectuado recorrendo a tabelas de contingência e verificando o ajustamento da estatística obtida à distribuição de chi-quadrado através da versão *online* para cálculo de dependência de variáveis através de tabelas de contingência de Arsham's, 2011.

Todos os testes à excepção do ajustamento à distribuição de chi-quadrado para a comparação entre as combinações de 1ª Captura foram efectuados recorrendo ao programa IBM SPSS v.19 com nível de confiança de 95%.

3.2. Resultados

3.2.1. Ensaios de 24 horas

Os resultados obtidos, no que se refere a valores médios e totais, são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Resultados relativos aos insectos-presa (diglifos, mosca branca e larva mineira), dos ensaios de predação de 24h.

		Total de predados	Média e desvio padrão de indivíduos predados por caixa	Percentagem média de		
				vivos	mortos por causa desconhecida	predados
Combinação 1	Diglifos	149	5±2,47	23,87	7,81	14,99
	Moscas brancas	255	8±3,22	0,61	27,79	24,93
Combinação 2	Diglifos	7	1±1,43	40,93	5,46	3,60
	Larvas mineiras	55	7,86±2,16	2,17	21,40	26,44
Combinação 3	Larvas mineiras	74	6±1,69	13,22	16,26	19,04
	Moscas brancas	33	3±2,04	0,29	42,68	8,50

No decorrer do ensaio referente à Combinação 1 – moscas brancas vs diglifos - verificou-se que, na maioria das repetições, os adultos de mosca branca foram predados em maior número pela mosca-tigre, apesar de o número de presas colocadas, de cada espécie, não ter sido constante em todas as repetições. Apesar desta preferência pela mosca branca verificou-se que a mosca-tigre também predou adultos de diglifo em todas as repetições à excepção da repetição 24 (Figura 16).

No final do ensaio houve sempre diglifos vivos à excepção de uma repetição (repetição 9) (Figura 17). O mesmo se pode constatar para o parâmetro diglifos predados, pois só não se verificou predação destes insectos na repetição 24. Em relação à predação de adultos de mosca branca, esta ocorreu em 30 das 32 repetições realizadas. Analisando estatisticamente os valores obtidos (Anexo I) detectaram-se diferenças significativas ($Z = -4,535$; $n = 32$; $p = 0,001$) na predação destas duas espécies por mosca-tigre.

Na Combinação 2 – diglifos vs larvas mineiras – constatou-se grande mortalidade de adultos de larva mineira em resultado da predação pela mosca-tigre (Figura 18). Verificou-se predação de adultos de diglifo em apenas duas repetições, mas nunca superando o número de adultos de larva mineira predados.

Em oposição à taxa de adultos de diglifos predados, a percentagem de adultos de diglifos vivos é muito elevada, e manteve-se relativamente constante (próximo de 41%) ao

longo das várias repetições (Figura 19). No final do ensaio só em três das sete repetições foi possível observar adultos de larvas mineiras, vivos.

Coenosia attenuata predou, significativamente, maior proporção de adultos de larvas mineiras comparando com diglifos ($Z = -2,366$; $n = 7$; $p = 0,018$) (Anexo II).

Em relação à Combinação 3 – moscas brancas vs larvas mineiras, o número de presas colocadas em cada repetição variou um pouco ($15,00 \pm 0,76$) em relação ao número estabelecido, mas os adultos de larva mineira foram sempre predados em maior número do que os de mosca branca, à excepção da repetição 3 e 5, embora os valores sejam aproximados (Figuras 20 e 21). Nesta combinação observou-se uma grande quantidade de moscas brancas mortas por causa desconhecida (Figura 21). Em média, do total de indivíduos colocados em cada repetição, as moscas brancas que morreram por causas desconhecidas representaram cerca de 42% do total de mortalidade destes insectos para cada repetição. Apenas na repetição 3 é possível observar adultos de mosca branca vivos no final de uma repetição do ensaio (Figura 21). A predação dos adultos de larva mineira representou em média 19% do total de indivíduos colocados em cada repetição efectuada. Contudo, não se detectaram diferenças significativas na predação destas duas espécies ($Z = -0,471$; $n = 12$; $p = 0,638$) (Anexo III).

3.2.2. Ensaios de 1ª Captura

Na Combinação 1 – diglifo vs mosca branca – as primeiras capturas de *C. attenuata* foram efectuadas, maioritariamente, sobre adultos de mosca branca (Figura 22), com diferença significativa em relação às capturas de adultos de diglifo ($X^2 = 6,533$; $n = 30$; $p = 0,011$). Na Combinação 2 – diglifo vs larva mineira – os primeiros ataques de mosca-tigre foram efectuados, maioritariamente, a adultos de larva mineira, com diferença significativa para os ataques efectuados a diglifo ($X^2 = 22,000$; $n = 30$; $p = 0,018$) (Figura 23). Os resultados da Combinação 3 – larva mineira vs mosca branca – mostram uma preferência menos marcada na primeira captura, embora o maior número de ataques tenha ocorrido a adultos de larva mineira, mas sem que tenha sido detectada diferença significativa ($X^2 = 2,133$; $n = 30$; $p = 0,144$) (Figura 24). No que se refere à Combinação 4 – drosófila vs mosca branca – o número de primeiros ataques a cada uma das espécies foi semelhante (Figura 25A) ($X^2 < 0,001$; $n = 30$; $p = 1,000$). Em relação à Combinação 5 – drosófila vs diglifo – a mosca-tigre capturou significativamente mais drosófila (Figura 25B) ($X^2 = 10,800$; $n = 30$; $p = 0,001$).

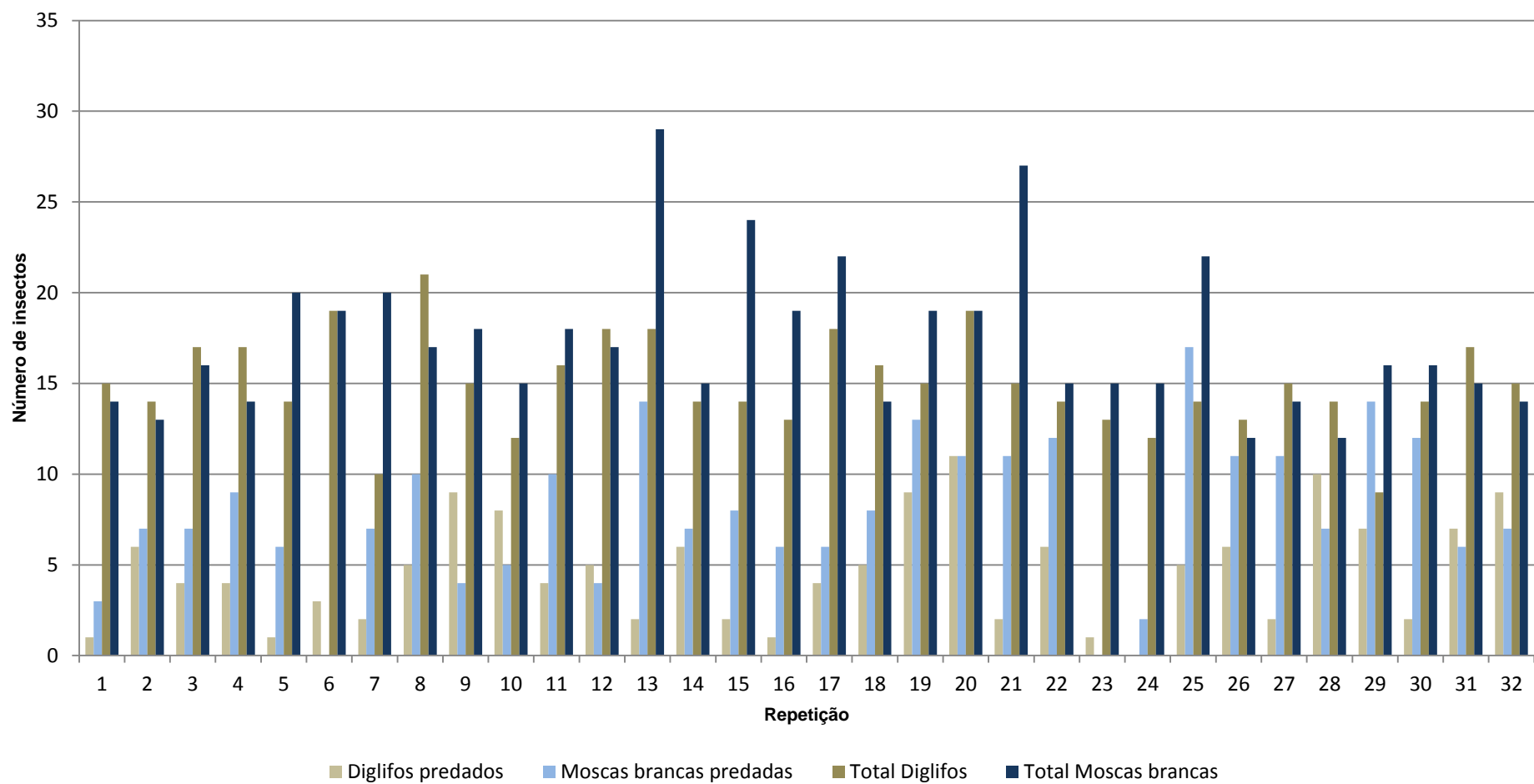


Figura 16 – Número de insetos predados por mosca-tigre e total de insetos colocados por caixa, por espécie, em cada repetição da Combinação 1, no ensaio de 24 horas.

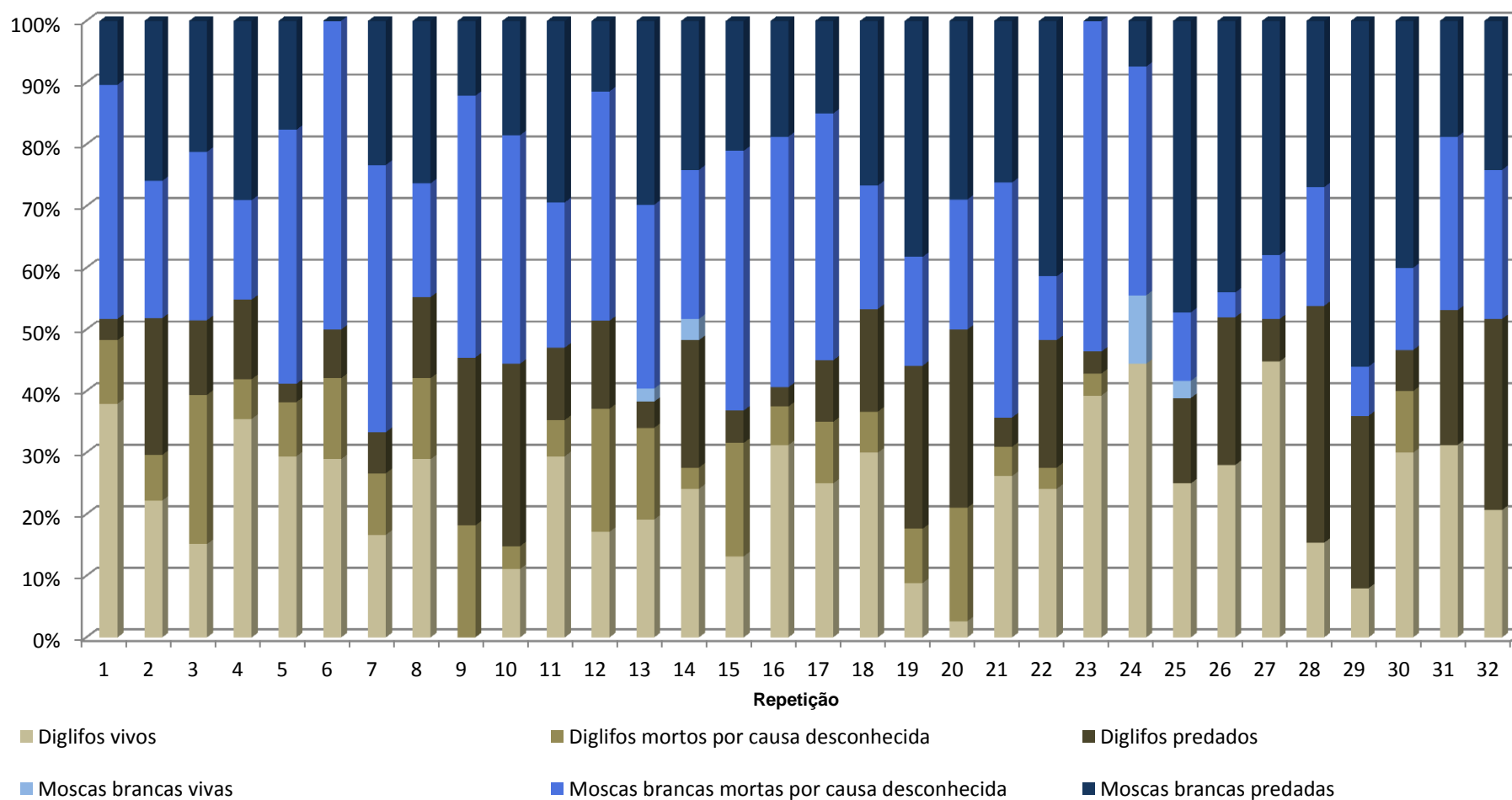


Figura 17 – Proporção de insectos vivos, mortos por causa desconhecida e predados por mosca-tigre, para cada repetição da Combinação 1, no ensaio de 24 horas.

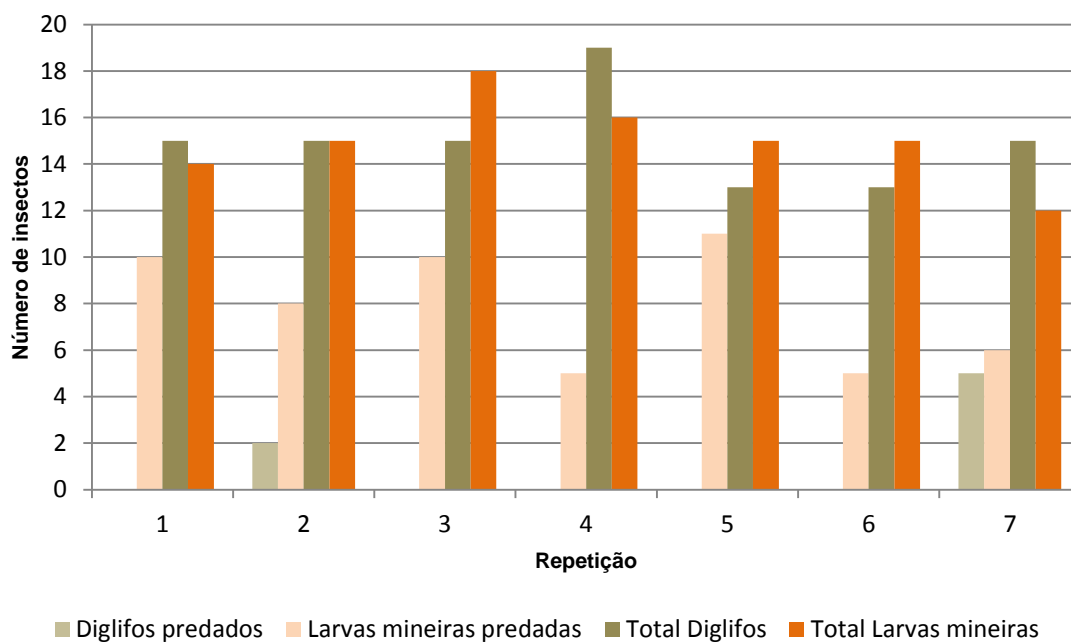


Figura 18 – Número de insectos predados por mosca-tigre e total de insectos colocados por caixa, por espécie, em cada repetição da Combinação 2, no ensaio de 24 horas.

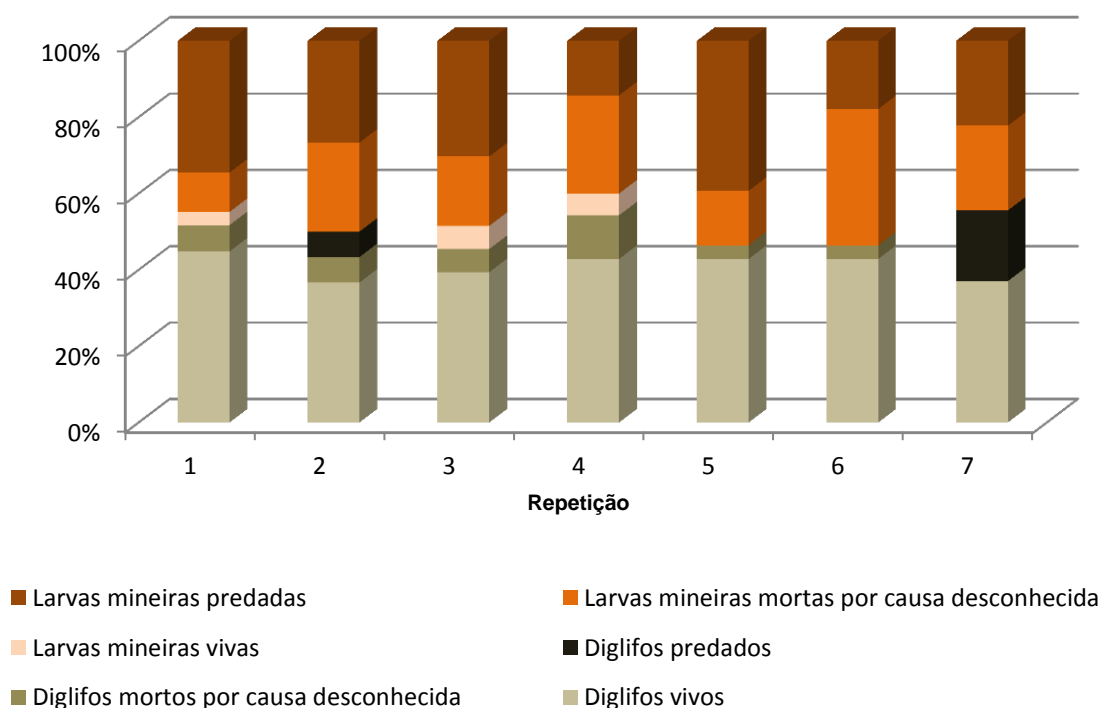


Figura 19 – Proporção de insectos vivos, mortos por causa desconhecida e predados por mosca-tigre, para cada repetição da Combinação 2, no ensaio de 24 horas.

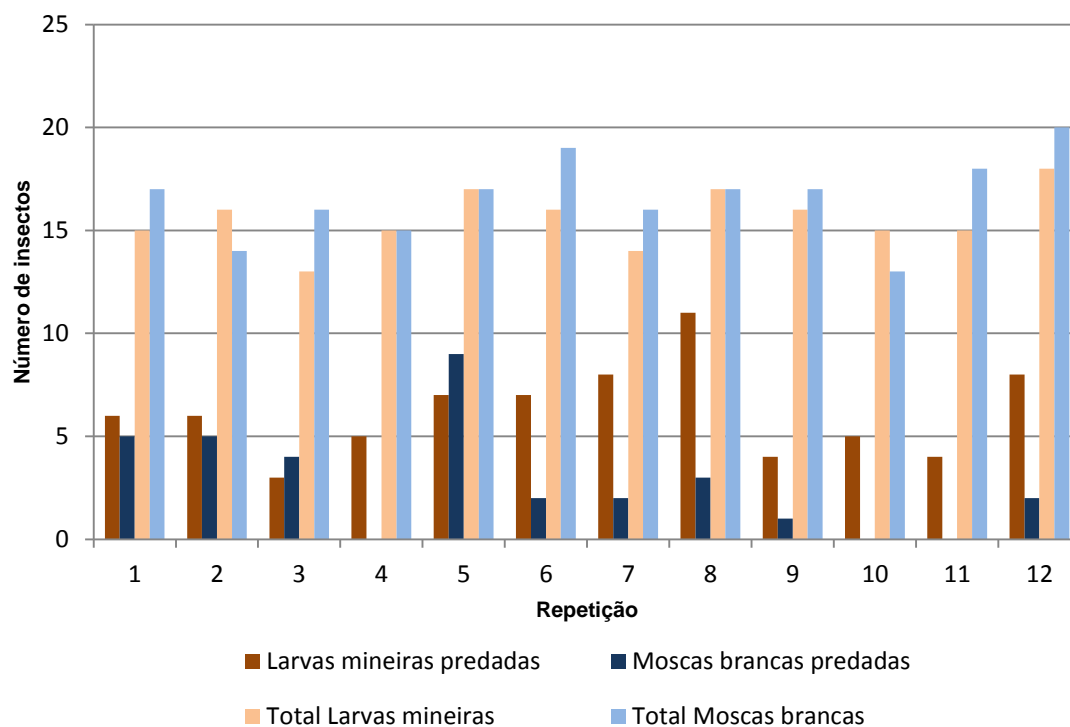


Figura 20 – Número de insetos predados por mosca-tigre e total de insetos colocados por caixa, por espécie, em cada repetição da Combinação 3, no ensaio de 24 horas.

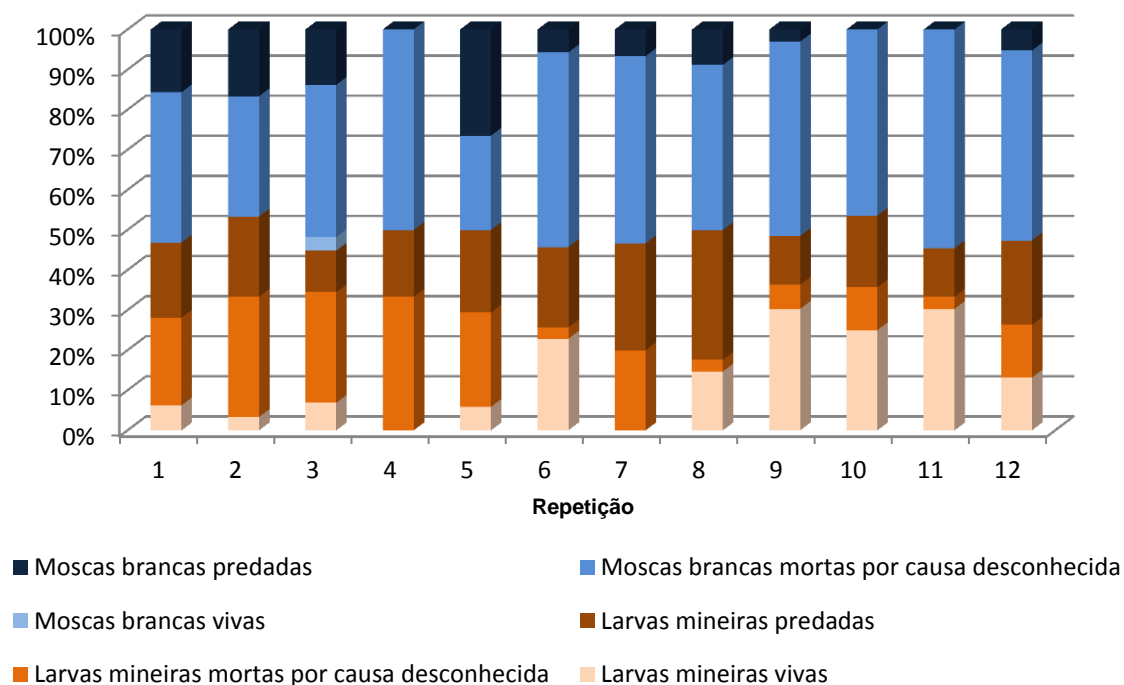


Figura 21 – Proporção de insetos vivos; mortos por causa desconhecida e predados por mosca-tigre, para cada repetição da Combinação 3, no ensaio de 24 horas.

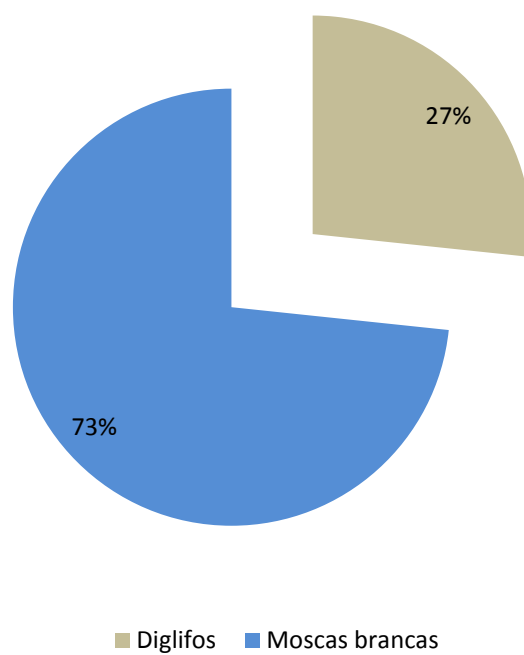


Figura 22 – Presa capturada em primeiro lugar pela mosca-tigre em ensaio de 1ª Captura - Combinação 1.

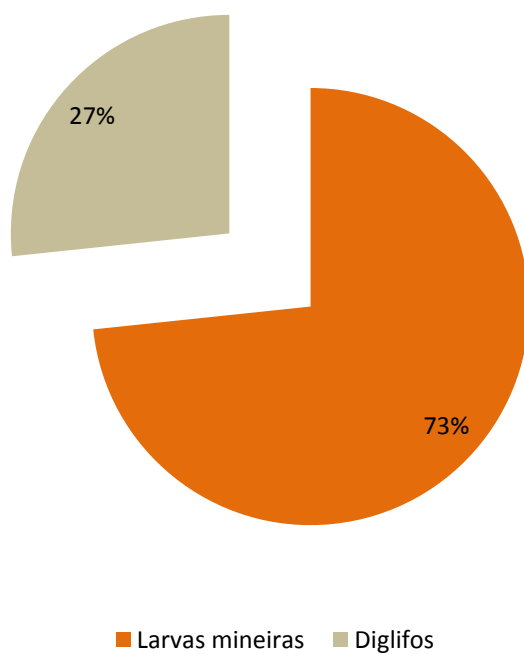


Figura 23 – Presa capturada em primeiro lugar pela mosca-tigre em ensaio de 1ª Captura - Combinação 2.

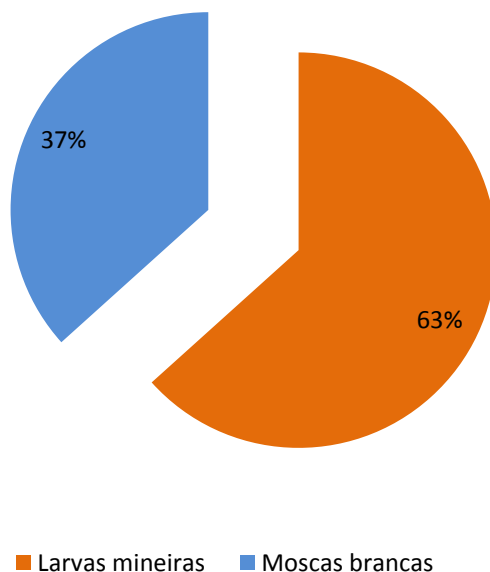


Figura 24 – Presa capturada em primeiro lugar pela mosca-tigre em ensaio de 1ª Captura - Combinação 3.

Comparando os resultados obtidos nas Combinações 2 e 5, recorrendo a tabelas de contingência, verificou-se que o comportamento da mosca-tigre face a larva mineira ou a drosófila, em presença de diglifo, não é significativamente diferente, preterindo em qualquer dos casos os diglifo ($X^2 = 1,363$; correlação=0,082; gl = 1; $p = 0,243$). Contudo, comparando as Combinações 3 e 4 detectaram-se diferenças significativas com 90% de confiança, com maior predação de mosca branca na presença de drosófila do que de larva mineira ($X^2 = 3,438$; correlação=0,130; gl =1; $p = 0,064$).

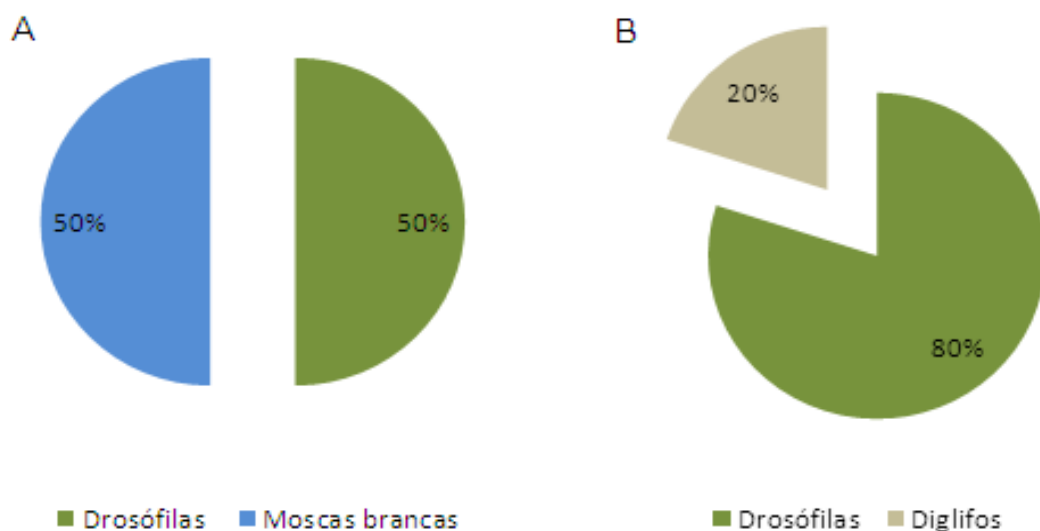


Figura 25 - A: Presa capturada em primeiro lugar pela mosca-tigre em ensaio de 1ª Captura - Combinação 4; B: Presa capturada em primeiro lugar pela mosca-tigre em ensaio de 1ª Captura - Combinação 5.

3.3. Discussão

Os ensaios realizados ao longo deste trabalho permitiram averiguar a existência de uma relação de preferência por parte da mosca-tigre em relação às presas estudadas, com objectivo de transpor os resultados obtidos nestes ensaios laboratoriais para as condições de campo (culturas protegidas e de ar livre).

De uma forma geral, os resultados obtidos nos ensaios de 24 horas e nos de 1ª captura foram concordantes entre si.

A realização dos ensaios de 24 horas apresentou vicissitudes, porque algumas das caixas não permitiram um isolamento total, tendo-se verificado, em algumas das repetições, a fuga de algumas potenciais presas. Houve dificuldade na obtenção de exemplares das espécies utilizadas como presas, o que impossibilitou a realização das 30 repetições planeadas para cada uma das combinações nos ensaios de 24 horas, excepto na Combinação 1. Seria interessante realizar mais repetições, sobretudo das Combinações díglifos vs larvas mineiras e moscas brancas vs larvas mineiras para os ensaios de 24 horas para confirmar concordância com os resultados obtidos nos ensaios de 1ª Captura.

As repetições, do ensaio de 24 horas, da Combinação 1 apresentaram algumas dificuldades, pois as moscas brancas devido à reduzida dimensão e cor eram muito difíceis de contabilizar, mesmo com a placa divisória verde, levando a que o número de indivíduos utilizados de cada espécie não fosse constante. Nas repetições efectuadas, a diferença entre o número de díglifos e o de moscas brancas colocados variou entre zero e 12. Contudo, e independentemente das oscilações entre o número de presas colocadas de cada espécie em cada uma das várias repetições efectuadas, verificou-se a existência de uma preferência pelas moscas brancas, apesar de, em praticamente todas as repetições (excepto uma), terem sido predados díglifos.

Existe uma grande variação no número de indivíduos predados entre repetições. A esta variação podem estar associados factores relativos ao predador, como a idade, tamanho, cópula pré-existente ou não, e período de jejum prévio à realização dos ensaios, que não puderam ser controlados por falta de exemplares. Contudo, em cada repetição, as condições relativas ao predador influenciam de igual forma ambas as presas. A maior ou menor taxa de predação obtida nos ensaios de 24 horas pode estar associado ao voo das presas, pois o ataque da mosca-tigre é provocado na maior parte dos casos, embora não exclusivamente (Nunes, 2011), pelo voo destas. Tendo em conta que os factores acima referidos também não foram controlados para as potenciais presas, por terem sido capturadas no campo ou adquiridas comercialmente, estes também terão contribuído para a variabilidade de resultados entre repetições. A mortalidade por causa desconhecida, ou

mortalidade natural poderia ser avaliada, realizando, para cada repetição dos ensaios, uma testemunha com presas nas mesmas condições. Não pode ser realizada pelo reduzido número de exemplares, quer de presas quer do predador, disponíveis para a realização do estudo. Exemplos desta variabilidade, no ensaio de 24 horas, na Combinação 1, são: (i) em quatro das 32 repetições existem ainda moscas brancas vivas no fim do ensaio; (ii) em duas repetições não houve qualquer predação de mosca branca por mosca-tigre. Quando observada a proporção de diglifos e moscas brancas predadas nos ensaios de 24 horas verifica-se que os dados tendem a aproximar-se do verificado nos ensaios de 1ª Captura da respectiva combinação. Das presas predadas na Combinação 1, nos ensaios de 24 horas, obteve-se uma diferença de apenas 10%, para cada espécie, em relação aos valores obtidos na Combinação 1 dos ensaios de 1ª Captura. Esta tendência mostra a existência de preferência alimentar de *C. attenuata* por mosca branca em relação ao parasitóide.

No caso da Combinação 2, e ao contrário do que se passou na Combinação 1, a variação no número de indivíduos colocados em cada repetição foi menor, tendo sido nula a média das diferenças entre o número de indivíduos colocados de cada espécie, nas sete repetições. Também nesta combinação, os diglifos foram os menos predados pela mosca-tigre, tendo sido registada uma taxa de sobrevivência próxima dos 41%. Esta menor predação de diglifos pode estar associada à capacidade das larvas mineiras conseguirem subsistir durante mais tempo, durante os ensaios, muito devido à sua dimensão e ao maior número de movimentos que conseguem efectuar (comparativamente com comportamento apresentado pelos diglifos), resultando, assim, numa maior oportunidade para a mosca-tigre as capturar. Apesar do número de repetições efectuadas ter sido baixo, as diferenças obtidas foram estatisticamente significativas e estão em concordância com os resultados obtidos nos ensaios de 1ª Captura, pelo que se conclui haver preferência de mosca-tigre por adultos de larvas mineiras em relação a adultos de diglifos.

Na Combinação 3 (larva mineira versus mosca branca), pretendeu-se compreender, de entre duas importantes pragas agrícolas, qual poderia ser considerada a presa mais apelativa para a mosca-tigre. A diferença entre o total de indivíduos de cada espécie foi similar nas 12 repetições efectuadas e não se verificaram diferenças significativas na predação destas duas espécies. Nesta combinação, verificou-se uma grande mortalidade de moscas brancas por causa desconhecida (em média 42%), principalmente a partir da 6ª repetição, que pode estar associada à idade, falta de alimentação ou mesmo fragilidade/baixa longevidade, ao contrário das larvas mineiras que apresentaram maior sobrevivência na maior parte das repetições. A média da taxa de predação, nas três primeiras repetições, foi para as larvas mineiras muito próxima da obtida para as moscas brancas (16% e 15%, respectivamente).

Nos ensaios de 1ª Captura, para além das combinações já mencionadas, foram realizadas mais duas combinações, em que se substituíram os adultos de larva mineira por adultos de outro díptero, neste caso a drosófila (Combinações 4 e 5).

Os resultados obtidos na Combinação 4 (igual predação para as espécies) foram diferentes do verificado na Combinação 3, onde a predação de larva mineira em relação a mosca branca foi superior.

A dimensão dos adultos de larva mineira (cerca de 2 mm) é menor que a dos de drosófila (2,5 mm) e maior do que a dimensão dos adultos da mosca branca (1-1,2 mm) (EPPO, 2010a; Nunes, 2011). A dimensão dos diglífos (1,5 mm (Nunes, 2011)) é superior à da mosca branca. A cor dos adultos de larva mineira é maioritariamente preta com manchas amarelas no tórax e o das drosófilas usadas é preta. Deste modo, e tendo como base os resultados das Combinações 4 e 5, é possível supor que a actividade de voo (número de vezes que os insectos levantam voo, trajectória do voo e/ou duração do mesmo) pode ser uma explicação para diferenças de predação e/ou semelhanças encontradas. Os diglífos, para além da dimensão, parecem apresentar (observações efectuadas durante os ensaios mas não registadas), menos “levantamentos de voo” e voos mais curtos, mais semelhantes a pequenos saltos. Assim, é possível pressupor que, a dimensão não foi o único factor na selecção da presa. A drosófila utilizada nestes ensaios provém de uma criação laboratorial já com um número considerável de gerações (não foi possível quantificar este número); estas drosófilas podem, por este motivo, ter comportamento de voo diferente das populações naturais.

Dos resultados descritos, deve-se ter em consideração, e estudar experimentalmente no futuro, se as características associadas ao voo conseguem afectar a selecção da presa por parte da mosca-tigre.

Dos dados recolhidos ao longo do corrente trabalho, através de observação visual e através dos resultados dos ensaios efectuados, foi possível verificar a captura de presas em voo e mesmo quando estas aparentemente estavam imóveis (capturas raras).

A realização de uma combinação com drosófila *versus* larva mineira pode ser interessante do ponto de vista do estudo da influência da dimensão, uma vez que sendo insectos mais semelhantes em termos morfológicos, pode-se minorar a influência de outros factores relacionados, por exemplo, o comportamento e frequência do voo, e perceber qual será de facto a influência que a frequência e duração do voo realmente apresentam na selecção da presa pela mosca-tigre.

Na tentativa de avaliar o potencial deste predador como agente de luta biológica em condições de campo, este trabalho forneceu informações preliminares valiosas, independentemente de ainda haver muito a estudar. De realçar a clara preferência alimentar

da mosca-tigre sobre mosca branca (*T. vaporariorum*) e larva mineira (*L. huidobrensis*), responsáveis por elevados prejuízos, em relação ao parasitóide (*D. isaea*).

O facto de a mosca-tigre ter seleccionado positivamente, nestes ensaios, espécies classificadas, em muitas culturas hortícolas e ornamentais, como pragas-chave pode ser considerado como uma esperança para muitos produtores que praticam e promovem a limitação natural e/ou luta biológica. Contudo, a necessidade de proceder à realização de mais ensaios é fundamental, por forma a estudar como *C. attenuata* reagirá na presença de outras espécies auxiliares, principalmente outros himenópteros parasitóides, alguns deles de dimensões superiores a *Diglyphus isaea*, e mais próximo do tamanho dos adultos de larva mineira. Um auxiliar mais próximo destas dimensões é *Dacnusa sibirica* Telenga, endoparasitóide de larva mineira, e icneumonoideos, parasitóides de lagartas. Contudo, há dificuldades na obtenção destes auxiliares.

4. Conclusões

Os resultados obtidos nesta dissertação de mestrado permitiram aumentar o conhecimento sobre a mosca-tigre no que respeita aos seus hábitos e preferências alimentares. Verificou-se maior predação sobre larvas mineiras e moscas brancas quando a presa alternativa era diglifos, tanto nos ensaios de 24 horas como nos ensaios de 1ª Captura.

Não se observaram diferenças na selecção da presa entre as Combinações 2 e 5, tendo os diglifos sido preteridos quer com larvas mineiras quer com drosófilas. Mas, quando se compararam as Combinações 3 e 4, verificou-se que as moscas brancas foram mais predadas na presença de drosófilas do que com larvas mineiras.

A avaliação de preferência alimentar deve estender-se a outras espécies de pragas e auxiliares que coexistem nos diversos ecossistemas agrários onde este predador foi referido, por forma a avaliar melhor o impacto da mosca-tigre.

A dimensão da presa foi provavelmente um dos factores de selecção da presa por parte da mosca-tigre, mas provavelmente não será o único factor. Associado à dimensão, a frequência com que a potencial presa levanta voo e a duração do mesmo poderão também ser factores importantes no momento da selecção e captura da presa por parte da mosca-tigre, e devem ser abordados em estudos posteriores. No entanto, devem ser tidas em consideração características, como a idade, que podem influenciar os trabalhos, tal como, verificado nos estudos de Moreschi & Süss (1998) que concluem que a idade é um factor com grande influência sobre a predação, tendo sido observado que moscas-tigre mais velhas alimentam-se menos, tornam-se mais lentas e podem frequentemente falhar o ataque à presa.

5. Referências bibliográficas

- Abe Y., Takeuchi T., Tokumaru S. & Kamata J. (2005) Comparison of the suitability of three pest leafminers (Diptera: Agromyzidae) as hosts for the parasitoid *Dacnusa sibirica* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, 102: 805-807.
- Aguilera A. M., Rodríguez M. D. R. & Kühne S. (2004) Atlas breve para la identificación de las moscas tigre del grupo "tigrina" en España, Vol. 163: Phytoma, pp. 36-39.
- Arsham's H. (2011) Measuring Dependency of two variables from categorized data. <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/Catego.htm>
- Bazzocchi G. G., Lanzoni A., Burgio G. & Fiacconi M. R. (2003) Effects of temperature and host on the pre-imaginal development of the parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae). *Biological Control*, 26: 74-82.
- Beitia F., Tormos J. & Garrido A. (1994) Algunos aspectos del superparasitismo de *Diglyphus isaea* (Walker, 1838). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 20: 793-796.
- Berner M. (2008) A new friend: the hunter fly, Vol. 74: GrowerTalks.
- Chen B. & Kang L. (2004) Variation in cold hardiness of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) along latitudinal gradients. *Environmental Entomology*, 33: 155-164.
- Couri M. S. & Salas C. (2010) First record of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) from Chile, with biological notes. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54: 144-145.
- CropScience B. (2009a) Bayer CropScience *Liriomyza huidobrensis* en 1000k. <http://www.youtube.com/watch?v=ezxCCd3qfRY> – acedido em 10 de Julho de 2011.
- CropScience B. (2009b) Bayer CropScience, White Fly, *Trialeurodes vaporariorum* en 1000k. <http://www.youtube.com/watch?v=V3q2PEB9MAI> – acedido em 10 de Julho de 2011.
- Cüvelek H. S. & Yoldas Z. (2003) Population densities of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) in insecticide-treated and non-treated cucumber producing greenhouses in the Üzmir Region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 43-48.
- Echevarría A., Gimeno C. & Jiménez R. (1994) *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera, Agromyzidae) una nueva plaga en cultivos valencianos. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 20: 103-109.
- Estrada L. C. (1989) La mosca blanca de los invernaderos. *Horticultura* 44: 48-58.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (2010a) Data Sheets on Quarantine Pests - *Liriomyza huidobrensis*. EPPO/CABI (1997) Quarantine Pests for Europe, 2nd edition, 5pp.

- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (2010b) Data Sheets on Quarantine Pests - *Liriomyza trifolii*. EPPO/CABI (1997) Quarantine Pests for Europe, 2nd edition, 6pp.
- Gilioli G., Baumgärtner J. & Vacante V. (2005) Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. Journal of Economic Entomology, 98: 1524-1530.
- Godinho M. & Mexia A. (2000) Leafminers (*Liriomyza* sp.) importance in greenhouses in the Oeste region of Portugal and its natural parasitoids as control agents in IPM programs, Bulletin OILB/SROP, 23(1): 157-161.
- Gonçalves M. A. & Anunciada M. L. (2001) Dinâmica populacional de *Diglyphus isaea* e *D. poppoea* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitóides das larvas mineiras do feijão-verde em estufa, no Algarve (Portugal). Zapateri Revista aragonesa de Entomología, 9: 75-83.
- Hoebeke E. R., Sensenbach E. J., Sanderson J. P. & Wraight S. P. (2003) First report of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera : Muscidae), an Old World 'hunter fly' in North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 105: 769-775.
- Jacinto V. (2011) *Coenosia attenuata*. <http://eol.org/pages/710097/overview> - acedido em 25 de Julho de 2011.
- Kaviani M. H., Shirazi J., Rezapanah M. & Shojaee M. (2010) Evaluation of the predation and feeding potential of *Coenosia attenuata* Stein on its three major hosts: 19th Iranian Plant Protection Congress (abstract).
- Kühne S. (1998) Open rearing of generalist predators : A strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. Phytoparasitica, 26: 277-281.
- Kühne S. (2000) Predaceous flies of the genus *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) and their possible use for biological pest control. Studia dipterologica Supplement, 9: 1-78.
- Lambert L. (2006) A good find! A fly that devours black flies. Sting 29: 8-15.
- Li J. & Seal D. R. (2010) Parasitoids of dipteran leafminers, *Diglyphus* spp. (Insecta: Hymenoptera: Eulophidae). University of Florida IFAS Extension EENY, 484: 1-3.
- Liebee G. L. (1985) Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. Journal of Economic Entomology, 78: 407-411.
- Liu T.-X., Kang L., Heinz K. M. & Trumble J. (2008) Biological control of *Liriomyza* leafminers: progress and perspective. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 4: 2-16.
- Llorens J.M. & Garrido A. (1992) HOMOPTERA III. Moscas blancas y su control biologico, Ediciones Pisa, Alicante, 203pp.

- Martin N. A. (1999) Whitefly - Biology, identification and life cycle. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited - A Crown Research Institute, 91: 1-8
- Martinez M. & Cocquempot C. (2000) La mouche *Coenosia attenuata* nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. PHM-Revue Horticole, 414: 50-52.
- Mateus C. & Figueiredo E. (2011) *Coenosia attenuata*: Uma mosca-tigre em acção nas estufas portuguesas. Revista da Associação Portuguesa de Horticultura, 104: 35-38.
- Minkenberg O. P. J. M. (1989) Temperature effects on the life history of the eulophid wasp *Diglyphus isaea*, an ectoparasitoid of leafminers (*Liriomyza* spp.), on tomatoes. Annals of Applied Biology, 115: 381-397.
- Moreschi I. (1999) Predatori del genere *Coenosia* in serre della Lombardia. L'Informatore Agrario, 55: 109-112.
- Moreschi I. & Süss L. (1998) Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera: Muscidae). Bolletino di Zoologia agraria Bachicoltura, 30: 185-196.
- Morris D. E. & Cloutier C. (1987) Biology of the predatory fly *Coenosia tigrina* (Fab.) (Diptera: Anthomyiidae): reproduction, development, and larval feeding on earthworms in the laboratory. The Canadian Entomologist, 119: 381-393.
- Mortimer E. A. & Powell D. F. (1984) Development of a combined cold storage and methyl bromide fumigation treatment to control the American serpentine leaf miner *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum cuttings. Annals of Applied Biology, 105: 443-454.
- Noldus L. P. J. J., van Lenteren J. C. & Rumei X. (1987) Movement of adult greenhouse whiteflies, *Trialeurodes vaporariorum*, and its relevance for the development of spatial distribution patterns. Bulletin OILB/SROP, 10(2): 134-138.
- Nunes R. M. F. (2011) Predação por mosca-tigre, *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): estudos etológicos, Diss. Mestrado: ISA/UTL, Lisboa, 83pp.
- Parrella M. P. (1987) Biology of *Liriomyza*. Annual Review of Entomology 32: 201-224.
- Parrella M. P., Allen W. W. & Morishita P. (1981) Leafminer species causes California mum growers new problems. California Agriculture, 35: 28-30.
- Parrella M. P. & Bethke J. A. (1984) Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster and pea. Journal of Economic Entomology, 77: 342-345.
- Pérez M. M. T. (2006) Estudio de la morfología externa de los adultos de la mosca cazadora *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), y primer reporte para Colombia Revista Facultad de Ciencias Basicas, 2: 67-87.

- Pinho V., Mateus C., Rebelo M. T. & Kühne S. (2009) Distribuição espacial de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) e das suas presas em estufas de hortícolas na região Oeste, Portugal. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 35: 231-238.
- Pohl D., Kühne S., Karaca İ. & Moll E. (2011) Review of *Coenosia attenuata* Stein and its first record as a predator of important greenhouse pests in Turkey. Phytoparasitica, 1-6 pp. doi:10.1007/s12600-011-0191-3.
<http://www.springerlink.com/content/82462466h7183466/> - acedido em 20 de Agosto de 2011.
- Pohl D., Uygur F. N. & Sauerborn J. (2003) Fluctuations in population of the first recorded predatory fly *Coenosia attenuata* in cotton fields in Turkey. Phytoparasitica, 31: 446-449.
- Prieto R. (2002) Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste, Mestrado: ISA/UTL, Lisboa, p. 69.
- Prieto R., Figueiredo E., Miranda C. & Mexia A. (2003) Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen (Muscidae) em culturas hortícolas protegidas na região Oeste: 6º Encontro Nacional de Protecção Integrada, Castelo Branco, pp. 522-528.
- Prieto R., Figueiredo E., Miranda C. & Mexia A. (2005) *Coenosia attenuata* Stein (Diptera:Muscidae): prospecção e actividade em culturas protegidas em Portugal. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 31: 39-45.
- Rodríguez M. D. (1994) Aleuródidos: sanidad vegetal en la horticultura protegida (ed. by López H. F. & Fernández R. M. M.) Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, pp. 123-153.
- Rodríguez M. D. & Lirola A. M. A. (2002) La mosca tigre: gran depredador de plagas en hortícolas. Vida Rural Noviembre 2002: 45-46.
- Rodríguez M. D., Sánchez M. M., Navarro M. & Aparicio V. (2003) *Diglyphus isaea* parasitoide de minadores de hoja. Horticultura: 44-49.
- Rodríguez M. D. & Téllez M. D. (2000) La plaga principal de los cultivos hortícolas protegidos en los climas cálidos la mosca blanca. La Industria del Invernadero: 30-36.
- Salas C. & Larraín P. S. (2009) Género *Coenosia* (Diptera: Muscidae) - Las moscas cazadoras de plagas, Vol. 87: Tierra adentro, pp. 59-60.
- Salas C. & Larraín P. S. (2011) Prospecção de *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera, Muscidae) na produção hortofrutícola do norte do Chile.: 12º SICONBIOL, Simpósio de Controle Biológico "Mudanças climáticas e sustentabilidade: quebra de paradigmas". São Paulo, Brasil, p. 1. (Abstract).

- Sánchez J. M. P. (1994) Agromizidos: minadores de hojas: Sanidad vegetal en la horticultura protegida (ed. by López H. F. & Fernández R. M. M.) Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, pp. 123-153.
- Sanderson J., Ugine T., Wraight S. & Sensenbach E. (2009) Something for nothing: Growertalks, p. 1.
- Sha Z.-L., Zhu C.-D., Murphy R. W. & Huang D.-W. (2007) *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae): a probable complex of cryptic species that forms an important biological control agent of agromyzid leaf miners. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 45: 128-135.
- Steck G. J. (2004) Pea leafminer, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Insecta: Diptera: Agromyzidae). University of Florida IFAS Extension EENY 111: 1-4.
- Sutherland M. A. (2005) Old world predatory flies may help control various adult insect pests for the California Gerbera industry. *Gerbera Pest Management Alliance*: 3.
- Syngenta B. (2011) Syngenta Bioline - *Diglyphus isaea*, www.syngentabioline.com, pp. 1-5.
- Téllez M. M. & Tapia G. (2005a) La mosca tigre, un depredador en los invernaderos de Almería. *Horticultura*, 183: 42-45.
- Téllez M. M. & Tapia G. (2005b) Presencia y distribución de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) en las principales zonas invernadas de la provincia de Almería. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 31: 335-341.
- Téllez M. M. & Tapia G. (2006) Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) sobre otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 32: 491-498.
- Téllez M. M. & Tapia G. (2007) Compatibilidad *Coenosia attenuata* con diversas materias activas y otros enemigos naturales, Vol. 15: Seminario de Especialistas en Horticultura, pp. 931-938.
- Téllez M. M., Tapia G., Gamez M., Cabello T. & Emden H. F. V. (2009) Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops. *European Journal of Entomology*, 106: 199-204.
- Téllez M. M., Tapia, G. M., Lara, L. (2006) *Diglyphus isaea*, un parasitoide eficaz en el control de los minadores de hoja. *Horticultura International*, 52: 76-77.
- Ugine T. A., Sensenbach E. J., Sanderson J. P. & Wraight S. P. (2010) Biology and feeding requirements of larval hunter flies *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) reared on larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Journal of Economic Entomology*, 103: 1149-1158.
- Ulubilir A. & Sekeroglun E. (2000) Effect of different temperatures on development time and parasitism rate of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza trifolii*

- (Diptera; Agromyzidae). Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate, 23: 139-143.
- Vega P. B. (2003) Dípteros de interés agronómico. Agromicidios plaga de cultivos hortícolas intensivos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 33: 293 - 307
- Winter S. (2008) The whitefly and viruses it transmits, pp. 1-39. <http://www.ppi-bg.org/3ABWPH/5.pdf> - acedido em 24 de Junho de 2011.
- Zhang Y., Liu W., Wang W., Wan F. & Li Q. (2011) Lifetime gains and patterns of accumulation and mobilization of nutrients in females of the synovigenic parasitoid, *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), as a function of diet. Journal of Insect Physiology, 57: 1045 - 1052.
- Zitter T. A. & Tsai J. H. (1977) Transmission of three potyviruses by the *Leafminer sativae* (Diptera: Agromyzidae). Plant Disease Reporter, 61: 1025-1029.

6. Anexos

6.1. Anexo I

Calculou-se uma taxa de predação média, com base em duas taxas, uma que avalia a predação por defeito e outra por excesso, calculadas com base nos dados dos vários ensaios, da seguinte forma:

taxa de predação (por defeito) para cada espécie presa = número de presas predadas de cada espécie / número total de presas colocadas de cada espécie;

taxa de predação (por excesso) para cada espécie presa = número de presas predadas / (número total de presas colocadas - número de presas mortas por causas desconhecidas) relativas a essa espécie.

Teste de normalidade das médias dos dados.

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	g.l.	<i>p-value</i>
Diglifos_Média	0,927	32	0,033
Moscas_brancas_Média	0,761	32	0,001

A taxa média, obtida da forma mencionada anteriormente, e devido à não normalidade dos dados, foi sujeita à transformação angular ($\arcsen \sqrt{x}$).

Teste de normalidade das médias dos dados, com transformação.

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	g.l.	<i>p-value</i>
Transformação_Diglifos	0,966	32	0,399
Transformação_Moscas_brancas	0,730	32	0,001

Teste de normalidade à diferença da média das duas populações.

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	g.l.	<i>p-value</i>
Diferença_Médias	0,944	32	0,099

Análise descritiva da diferença da média das populações.

		Estatística	Erro padrão
Diferença_Médias	Média	-0,341	0,044
	Intervalo de confiança		
	a 95% para média	Limite inferior	-0,429
		Limite superior	-0,249
	Mediana	-0,405	
	Variância	0,062	
	Desvio padrão	0,249	
	Mínimo	-0,760	
	Máximo	0,190	

Teste de Wilcoxon.

Moscas_brancas_Média - Diglifos_Média	
Z	-4,535 ^a
p-value	0,001

6.2. Anexo II

Teste de normalidade das médias dos dados.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Diglifos_Média	0,635	7	0,001
Larvas_mineiras_Média	0,950	7	0,730

Teste de normalidade das médias dos dados, com transformação.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Transformação_Diglifos	0,651	7	0,001
Transformação_Larvas_mineiras	0,972	7	0,914

Teste de normalidade à diferença da média das duas populações.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Diferença_Médias	0,974	7	0,926

Análise descritiva da diferença da média das populações.

		Estatística	Erro padrão
Diferença_Médias	Média	-0,656	0,060
	Intervalo de	Limite inferior	-0,801
	confiança a 95%	Limite superior	-0,510
	para média		
	Mediana	-0,670	
	Variância	0,025	
	Desvio padrão	0,158	
	Mínimo	-0,870	
	Máximo	-0,420	

Teste de Wilcoxon.

Larvas_mineiras_Média - Diglifos_Média	
Z	-2,366 ^a
p-value	0,018

6.3. Anexo III

Teste de normalidade das médias dos dados.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Larvas_mineiras_Média	0,960	12	0,783
Moscas_brancas_Média	0,756	12	0,003

Teste de normalidade das médias dos dados, com transformação.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Transformação_Larvas_mineiras	0,963	12	0,832
Transformação_Moscas_brancas	0,703	12	0,001

Teste de normalidade à diferença da média das duas populações.

Shapiro-Wilk			
	Estatística	g.l.	p-value
Diferença_Médias	0,907	12	0,197

Análise descritiva da diferença da média das populações.

		Estatística	Erro padrão
Diferença_Médias	Média	0,070	0,078
	Intervalo de confiança a 95% para média	Limite inferior	-0,101
		Limite superior	0,241
	Mediana	-0,040	
	Variância	0,072	
	Desvio padrão	0,269	
	Mínimo	-0,260	
	Máximo	0,670	

Teste de Wilcoxon.

Moscas_branças_Média - Larvas_mineiras_Média	
Z	-0,471 ^a
p-value	0,638